



جمهوری اسلامی ایران

وزارت آموزش عالی

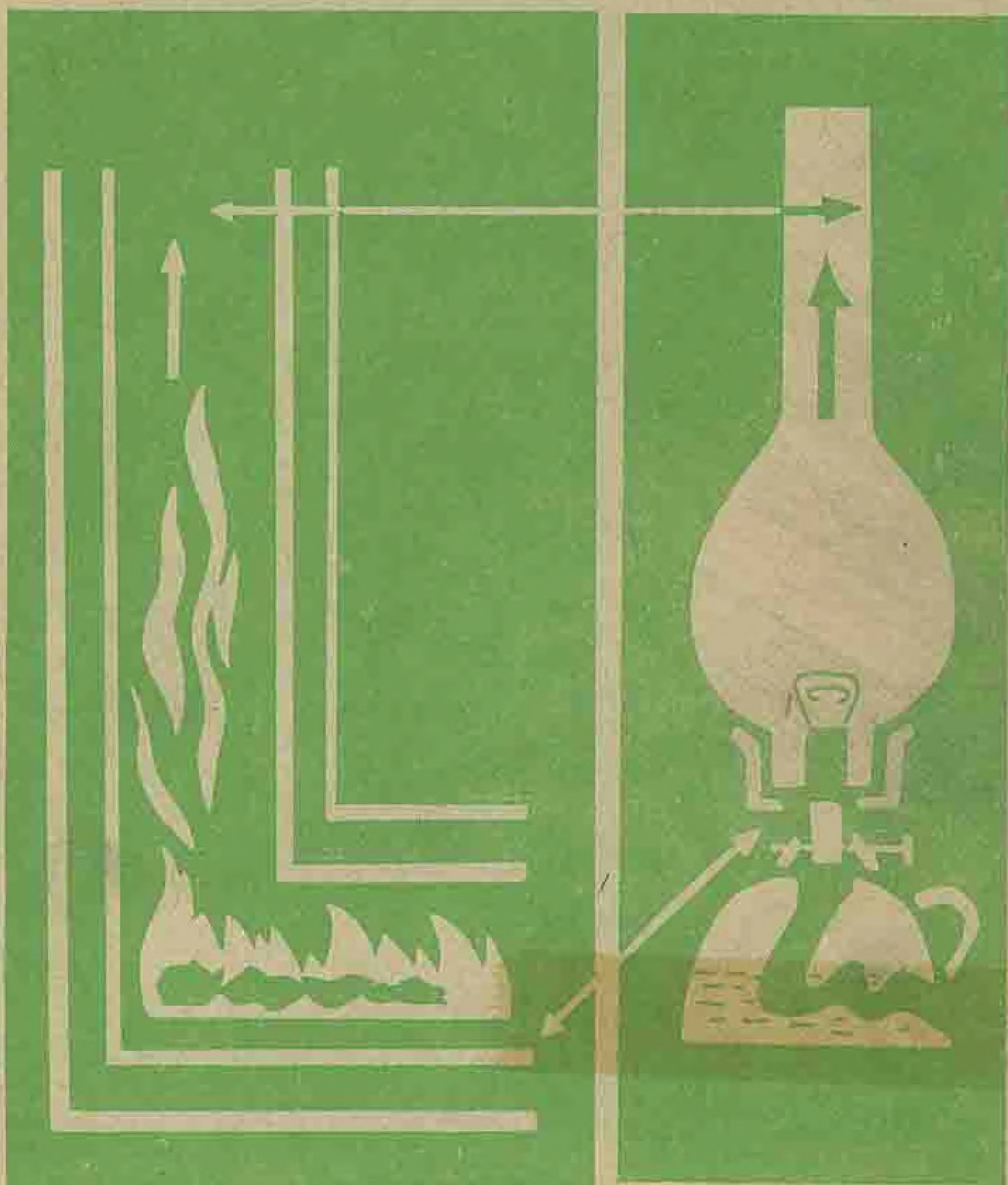
تیم طراحی گرافیک

شیمی

سال اول

آموزش متوسطه عمومی

علوم تجربی و ریاضی



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

کتابخانه پژوهشی و انتشارات ریاضی آموزشی
مرکز اسناد و اطلاع رسانی
انستیتوت فناوری ریاضی
شماره ثبت: ۵۲۱۵ تاریخ: ۱۳۸۶/۱۲/۸۲

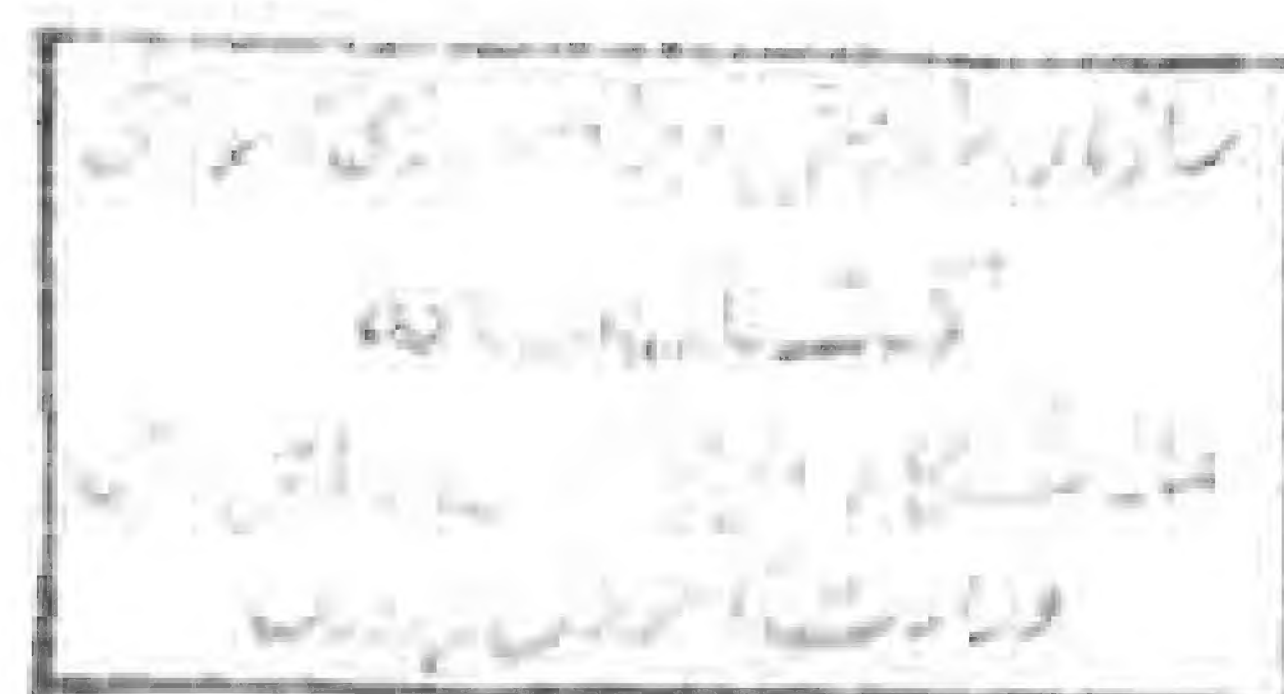
شیمی

سال اول

آموزش متوسطه عمومی

علوم تجربی و ریاضی

این کتاب در سال ۱۳۵۹ با استفاده از
نظریات معلمان در دفتر تحقیقات و برنامه ریزی و
تألیف مورد تجدید نظر قرار گرفته است .



۱۳۶۰

۵۴۰

۱۷۱

پدید آورندگان:

مؤلفان: حبیب‌الله دانش پژوه احمد رفیع‌زاده مریضی خلخال

کارشناس سازمان کتابهای درسی: علی‌اکبر نوروزی

صفحه پرداز: سازمان کاوش (علی‌اصغر ظریفیان)

حقوق مادی این اثر متعلق به وزارت

آموزش و پرورش است.

چاپ از: چاپخانه برادران علمی

فهرست

۱	فصل ۱ - شیمی و روش آن
۱۹	فصل ۲ - روش علمی و کاربرد آن در شیمی و زندگی
۳۵	فصل ۳ - ماده و خاصه‌های آن
۴۸	فصل ۴ - مفاهیم اولیه شیمی
۶۸	فصل ۵ - هوا ، اکسیژن
۷۴	فصل ۶ - نیتروژن ، آب ، محلولها
۹۰	فصل ۷ - اسیدها ، بازها ، نمکها



شیمی و روش آن

۱- پیش گفتار

دارد؟

بحث این کتاب درباره علم است. تعریفهای زیادی برای علم شده ولی آنچه در این کتاب مورد توجه می باشد آن است که علم مجموعه منظمی از دانستیهاست.

با تحقیق در باره بدن خودمان و آنچه پیرامون ما می گذرد به اطلاعات و واقعیت های بی شماری می رسیم که آنها را به صورت منظم و قابل استفاده درمی آوریم. جستجو و تحقیق درباره محیط، فقط شامل بررسی وضع طبیعی و معمولی آن نیست بلکه شامل بررسی تغییراتی نیز هست که در آن رخ می دهد، به ویژه تغییراتی که ما خود در آن به وجود می آوریم.

فرض کنید که در یکی از روزهای تعطیل، ضمن گردش در مناطق کوهستانی، به نوعی سنگ سبزرنگ برخورد کردید. چون شما مانند سایر انسانها کنجکاو هستید، ممکن است انواع سؤالات از مغزتان بگذرد که بعضی از آنها نظیر سؤالاتی است که دانشمندان از خود می کنند.

آیا همه اجزای این سنگ سبزرنگ است؟

آیا با کشیدن آن روی کاغذ خط سبزرنگی بر

جای می ماند؟

آیا می سوزد؟

آیا گران قیمت است؟

از چه چیزی ساخته شده است؟

آیا تعداد بیشتری از آن در این ناحیه وجود

هزاران سال است که انسان چنین سؤالاتی می کند که پاسخ دادن به بسیاری از آنها مستلزم انجام دادن آزمایشهای متعدد و مناسب است. مثلاً باخرد کردن سنگ و نرم کردن آن به سؤال اول پاسخ داده می شود. به همین ترتیب ظروف و وسایل مخصوص نگاهداری مواد و خرد کردن و نرم کردن آنها پدید آمد. روشهایی برای حرارت دادن به کار رفت، ابزارهای اندازه گیری وزن، حجم، دما و غیره کشف شد. چنین وسایلی "ابزار و دستگاه" نامیده شد و عملیات انجام یافته نیز "آزمایش" خوانده شد.

۲ - طبقه بندی اطلاعات علمی و پیدایش علوم گوناگون

اطلاعات به دست آمده از جستجوها و انجام دادن آزمایشها به اندازه های زیاد و روزافزون بود که انسان را واداشت تا آنها را به صورت مناسبی تنظیم کند، درست مانند کتاب هایی که در یک کتابخانه وجود دارد. هرگاه قفسه ای دارای ۱۰ نوع کتاب باشد، می توان کتاب دلخواه را به آسانی پیدا کرد و از آن استفاده نمود. ولی هرگاه تعداد کتابها به ده هزار جلد برسد، ناچار باید آنها را طوری چید که پیدا کردن کتاب مورد نظر آسان باشد. با این ترتیب چنانچه جویای کتابی در باره زنبور عسل یا چگونگی پرتاب موشک به فضا باشید، به کمک نظم

۳ - همبستگی علوم با یکدیگر

ماهیت بسیاری از رویدادهای طبیعی طوری است که نمی‌توان آنها را وابسته به رشته‌ای خاص از علم دانست. کتابهای علوم که در دوره راهنمایی تحصیلی خوانده‌اید نمونه‌های زیادی از همبستگی کامل برخی رشته‌های علمی را شامل است که می‌توان به آنها فیزیک، شیمی، زیست‌شناسی، زمین‌شناسی و کیهان‌شناسی نیز گفت. پدیده فتوسنتز یا عمل ساختن غذا را توسط برگ سبز گیاهان در بخش دهم کتاب علوم سال اول راهنمایی تحصیلی خوانده‌اید. گاز دی‌اکسید کربن و آب به کمک کلروفیل و انرژی خورشید با یکدیگر ترکیب شده و تیدرات کربن پدید می‌آورند. همان طوری که می‌دانید قسمت اعظم انرژی مصرفی انسان و سایر موجودات زنده توسط فتوسنتز تأمین می‌شود.

تحقیق درباره این پدیده همواره مورد توجه بسیاری از دانشمندان به ویژه فیزیک دانان، شیمی دانان و زیست‌شناسان بوده است. به نظر می‌رسد که توجه فیزیک دان بیشتر روی نحوه تبدیل انرژی نورانی به صورتهای دیگر انرژی است که در این عمل به وقوع می‌پیوندد. علاقه شیمی دان نیز در جهت مطالعه تغییرات انجام یافته روی مواد اولیه و نحوه پیدایش محصولات نهایی است. زیست‌شناس نیز در صدد است تا نقش کلروفیل و سلولهای زنده را در این عمل مورد مطالعه قرار دهد. در واقع این بررسیها جملگی روی یک پدیده انجام می‌گیرد. این ماهستیم که مطالعه خود را میان سه شاخه از علوم فیزیک، شیمی و زیست‌شناسی تقسیم می‌کنیم و برای هر یک قلمرو و حدودی قائل می‌شویم.

پیل الکتریکی و نحوه پیدایش جریان الکتریسیته نیز که در بخش هفتم کتاب علوم سال دوم راهنمایی تحصیلی مطالعه کردید، مثال دیگری

و ترتیب و طبقه‌بندی خاصی که به آنها داده‌اید، می‌توانید به آسانی به کتاب مورد نظر دست یابید. علم نیز همین وضع را دارد. پیدایش انبوه روزافزون اطلاعات علمی ایجاب کرد که آنها را دسته‌بندی کنیم و به عنوان رشته‌های مختلف علم بشناسیم و نامهایی چون "فیزیک"، "شیمی" و "زیست‌شناسی" به آنها بدهیم. این علوم را نمی‌توان کاملاً مجزا و متفاوت دانست ولی می‌توان گفت که هر یک درباره نوع خاصی از پرسشها بحث کرده و اطلاعات علمی مربوط به آنها را به ما می‌دهد. سنگ سبزرنگ را مجدداً مثال می‌زنیم. شیمی دان در صدد است که مواد سازنده این سنگ را بشناسد، سوختن آن را امتحان کند، اثر حل‌کنندگی آب را بر آن بیازماید و درباره امکان استفاده از آن برای ساختن مواد جدید تحقیق کند. نمونه سؤالات مورد علاقه فیزیک دان نیز ممکن است به صورت زیر باشد:

آیا این سنگ توپر است یا در آن حفره‌ای وجود دارد؟ آیا جذب آهن‌ربا می‌شود؟ چه نیرویی برای خرد کردن آن لازم است؟ در چه دمایی گداخته می‌شود؟ آیا گداخته آن هادی جریان الکتریسیته است؟

مرزهایی که میان رشته‌های مختلف علوم برقرار شده ساخته بشر است و نمی‌توان آنها را کاملاً مشخص دانست. همان‌طور که می‌توان اطلاعاتی راجع به سوختن بنزین از کتابهای شیمی به دست آورد، معلومات دیگری نیز درباره همین ماده و کاربرد آن برای ماشینهای درونسوز در کتابهای فیزیک وجود دارد. بسیاری از اطلاعات علمی، کم یا بیش در چندین رشته از علوم به کار می‌روند. در آینده خواهیم دید که عبور دادن جریان برق از یک مایع که به ظاهر یک آزمایش فیزیکی است، به شیمی دان کمک می‌کند که به ماهیت مواد سازنده آن پی برد.

از این همبستگی است. به یاد دارید که در پیل الکتریکی موادی چون اسید سولفوریک، مس و روی به عنوان مواد اولیه به کار می‌رود و با انجام یافتن واکنشها جریان الکتریسیته برقرار می‌شود. شاید بتوان گفت که مطالعه روی این مواد و تغییرات انجام یافته روی آنها به علم شیمی اختصاص دارد در صورتی که پیدایش انرژی الکتریکی و مصرف شدن آن را از فیزیک می‌دانیم. آنچه مسلم است، پیل الکتریکی نمونه آشکاری از رابطه ماده و انرژی با مثال روشنی از همبستگی فیزیک و شیمی به شمار می‌رود.

در این کتاب با علم شیمی آشنا می‌شوید. این علم چه مسائلی را مورد مطالعه قرار می‌دهد و چه وظایفی به عهده دارد؟

دانه‌ای در بهار در خاک می‌افتد، پس از چندی می‌روید و با تغذیه از زمین و هوا به صورت گیاهی رشد می‌کند. گیاهان گویی "کارخانه‌های" طبیعت هستند که هوا، آب و مقداری از مواد دیگر را که از خاک می‌گیرند به پروتئین، تیدرات کربن، چربی، ویتامین تبدیل می‌کنند. این تبدیل حیرت انگیز بعضی مواد به موادی دیگر در سلولهای گیاه چگونه روی می‌دهد؟ حل این مسئله به عهده شیمی است. شیمی علم مواد و تبدیل آنها به یکدیگر است. گیاهان و حیوانات مواد لازم برای هستی انسان را فراهم می‌آورند. تا این اواخر لباس و کفش فقط از مواد طبیعی یعنی از الیاف گیاهان، پشم و پوست حیوانات تهیه می‌شد. اما امروزه موادی از قبیل کاپرون، نایلون و دیگر مواد مصنوعی ساخته می‌شوند. این مواد در طبیعت وجود ندارند و در کارخانه‌های شیمیایی از نفت، زغال سنگ و گازهای طبیعی به عمل می‌آیند.

تمام اینها را شیمی به ما آموخته است. کشف

قوانین تبدیل بعضی مواد به مواد دیگر به ما امکان می‌دهد تا مواد لازم را برای زندگی بسازیم. هرچه عمیق‌تر به مطالعه شیمی بپردازید، مسائل و وظایف آن بیشتر در برابر شما آشکار می‌شوند. اهمیت شیمی در زندگی عظیم است. با این که فعلاً "غذای خود را به صورت آماده از طبیعت می‌گیریم، کشاورزی ما بدون کودهای مصنوعی که شیمی به ما ارزانی داشته است، نمی‌تواند به طور ثمر بخش احتیاجات ما را برآورده سازد. شیمی بیش از پیش در صنایع، در پزشکی، در تمام شئون زندگی ما نفوذ می‌کند.

۴ - آزمایش و آزمایشگاه

دانشمندان در آزمایشگاه با انجام دادن آزمایشهای گوناگون دانستنیهای بسیاری به دست می‌آورند.

آزمایش طرحی برای پاسخ گفتن به نوعی پرسش است. طرح ریزی آزمایش طوری انجام می‌گردد که به دانستنیهای مورد نظر می‌رسیم. آزمایش را باید با دقت انجام داد و از هر پدیده و تغییر مشاهده شده یادداشت برداشت. دانشمند آنچه را که واقعا می‌بیند و احساس می‌کند یادداشت می‌نماید و شرح آزمایش خود را با دقت و امانت زیاد می‌نویسد. شما نیز هنگام انجام دادن آزمایش به دقت مشاهده کنید و تغییرات انجام یافته را دور از حدس و استنباط یادداشت کنید و آنها را در اولین فرصت تنظیم نمایید.

هرگز برای نوشتن گزارش به حافظه اعتماد نکنید. هرگاه در دقت آزمایش خود تردید داشته باشید سعی کنید علت را دریابید و آزمایش را مطابق طرح تنظیم شده تکرار کنید.

تکرار آزمایش در شرایط کنترل شده همواره

نتایج مشابه و قابل اطمینانی دارد.

آزمایشگاه مناسب‌ترین جا برای انجام دادن آزمایشهاست. در آزمایشگاه می‌توان شرایط آزمایش را به دلخواه تغییر داد و نتایج حاصله را با دقت زیاد بررسی نمود. به کمک ابزار علمی گوناگون، می‌توان اجسام را تا دمای مورد نظر گرم کرد یا آنها را تحت تأثیر جریانی از الکتریسیته با شدت مشخص قرار داد و تغییرات انجام یافته را دقیقاً مشاهده نمود.

در آزمایشگاه‌های مدرن صنعتی و تحقیقاتی از ابزار و دستگاه‌های علمی بسیار پیچیده و گران قیمت استفاده می‌شود ولی بسیاری از آزمایشها را می‌توان با وسایل ساده و ارزان نیز انجام داد. برای آشنا شدن با مفهوم آزمایش و چگونگی کاربرد آزمایشگاه بانجام دو آزمایش می‌پردازیم:

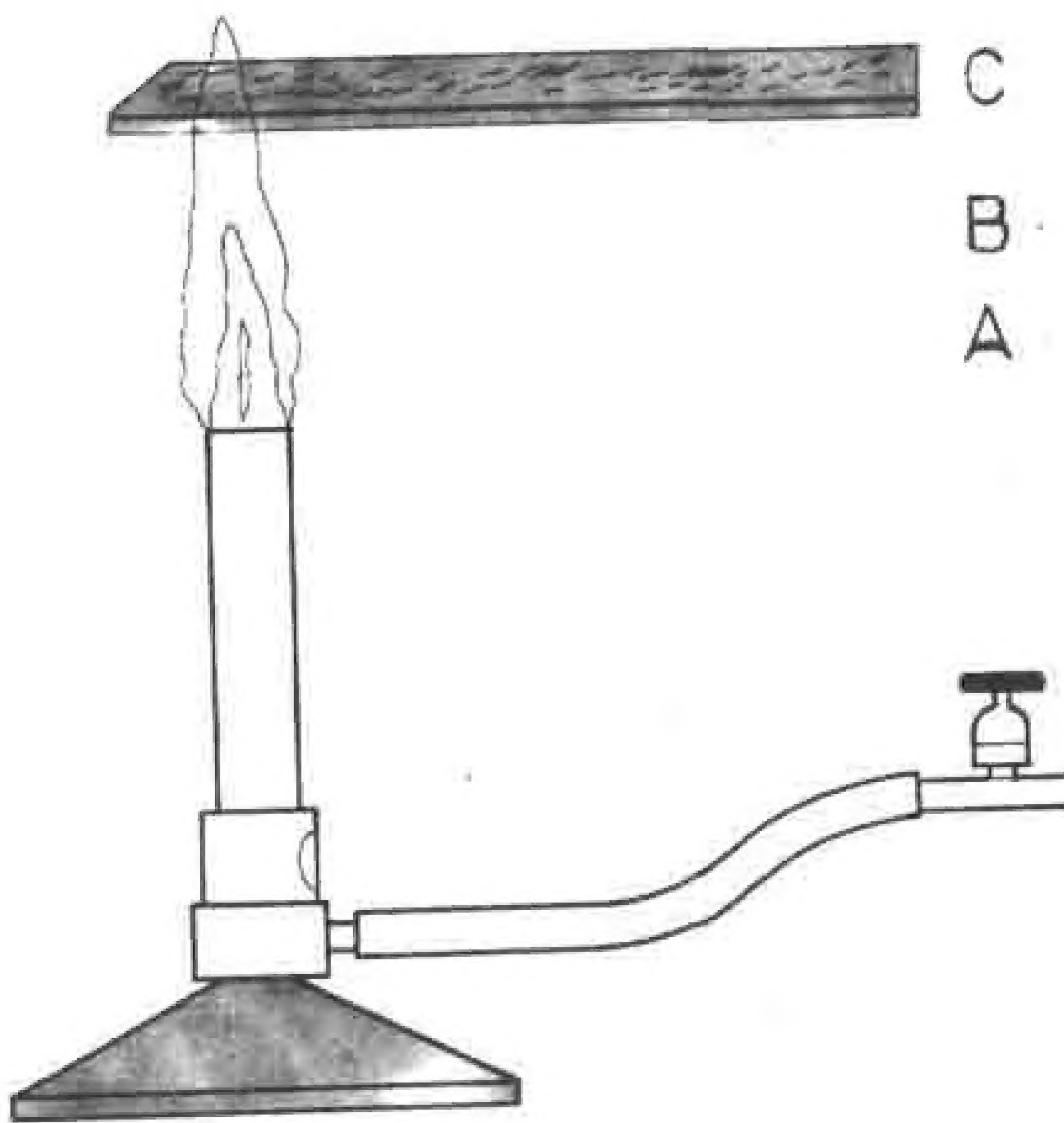
آزمایش اول: تحقیق در باره روش استفاده از چراغ گاز - معمولاً در آزمایشگاه از چراغ گاز ویژهای استفاده میکنند.

وسایل مورد نیاز: چراغ گاز، پنس، توری فلزی

چراغ را به شیر گاز وصل کنید و دریچه



مشاهده دقیق و یادداشت کردن نتایج در آزمایشگاه



پائینی آن را سدد، گاز را با نزدیک کردن چوب کبریت افروخته روشن کنید.

توری فلزی را مطابق شکل روی شعله نزدیک

دهانه چراغ بگیرید و آهسته آن را از نقطه A به

نقطه B و سپس به نقطه C بالا ببرید. دریچه

چراغ را تا نیمه باز کنید و آزمایش را مجدداً با

توری فلزی تکرار کنید. در پایان دریچه را کاملاً

باز نگاه دارید و جریان گاز را به کمک شیر آن کم

کنید. هرگاه شعله ناپدید شود، شیر را برای یک

لحظه باز کرده سپس آن را کاملاً ببندید. آنچه

را که اتفاق می‌افتد به دقت مشاهده کرده یادداشت

کنید. در آزمایشهای خود سعی کنید که به پرسشهای

زیر پاسخ دهید:

باز کردن دریچه چراغ چه تغییراتی روی

شکل شعله ایجاد می‌کند؟ کدام یک شعله داغتری

پدید می‌آورد، دریچه باز یا نیمه باز؟ با نیمه باز

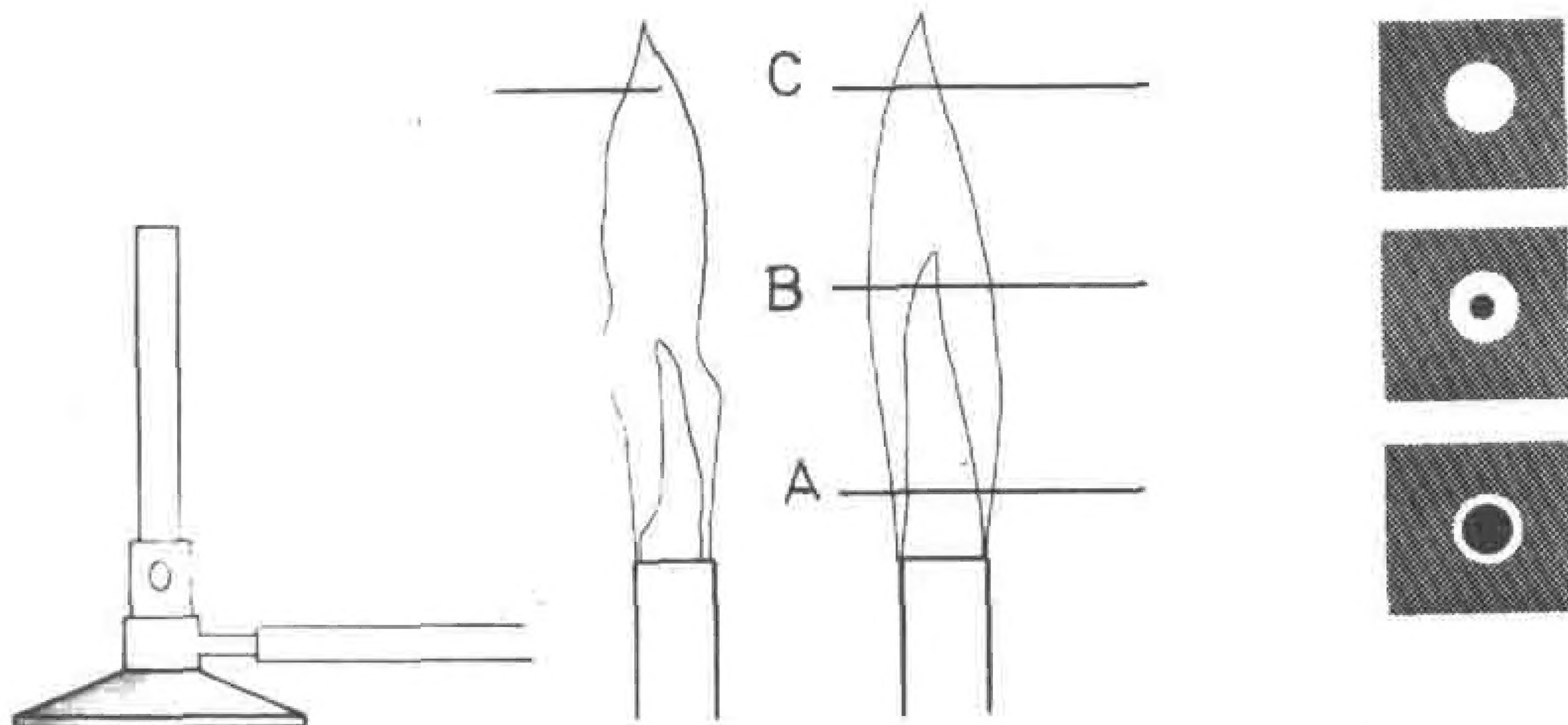
گذاشتن دریچه، چه ناحیه‌ای از شعله داغتر می‌شود،

ناحیه A، B یا C؟

نمونه گزارش کار آزمایشگاهی یک دانش آموز
 نام: کمال زرین
 "تحقیق در باره" چگونگی استفاده صحیح از
 چراغ گاز آزمایشگاه"

تاریخ
 روش کار:

چراغ گاز را به شیر گاز وصل کردم و با



A نیز حلقه افروخته باریکی دیده شد که دایره
 غیر افروخته بزرگی را احاطه کرده بود. شعله در
 حالت بستن دریچه کاملاً "داغ نبود و کمی دود
 می کرد. ولی با باز کردن آن داغتر و کم دودتر
 شد. داغترین جای شعله در ناحیه C قرار داشت،
 بنابراین برای حرارت دادن شدید یک جسم باید
 آن را در اطراف C و کمی بالاتر از B قرار داد.

مشاهده و نتیجه گیری - شعله، در حالت بسته
 بودن دریچه، توری را افروخته نکرد. شکل بالا،
 اثر شعله را بر توری هنگام نیمه باز
 بودن نشان میدهد. در ناحیه C شعله دایره‌ای
 کاملاً "سرخ و روشن پدید آورد. در ناحیه B حلقه
 افروخته‌ای دیده شد که دایره غیر افروخته نسبتاً
 کوچکی را مطابق شکل احاطه کرده بود. در ناحیه

۲ - عنوان، که نمایشگر هدف از اجرای آزمایش
 است،

۳ - شکل و نمودار،

۴ - روش اجرای آزمایش،

گزارش دادن آزمایش - در نوشتن گزارش کار
 آزمایشگاهی مانند آنچه دانش آموز آورده است، به
 نکات زیر توجه کنید:

۱ - تاریخ انجام دادن آزمایش،

۵- گزارش دقیق مشاهدات (دانش آموز باید مشاهدات خود را دور از حدس زدن و استنباط شخصی یادداشت کند) ،
۶- نتیجه گیری از آزمایش.

۳- آزمایش کوه آتشفشان

آزمایش دوم :

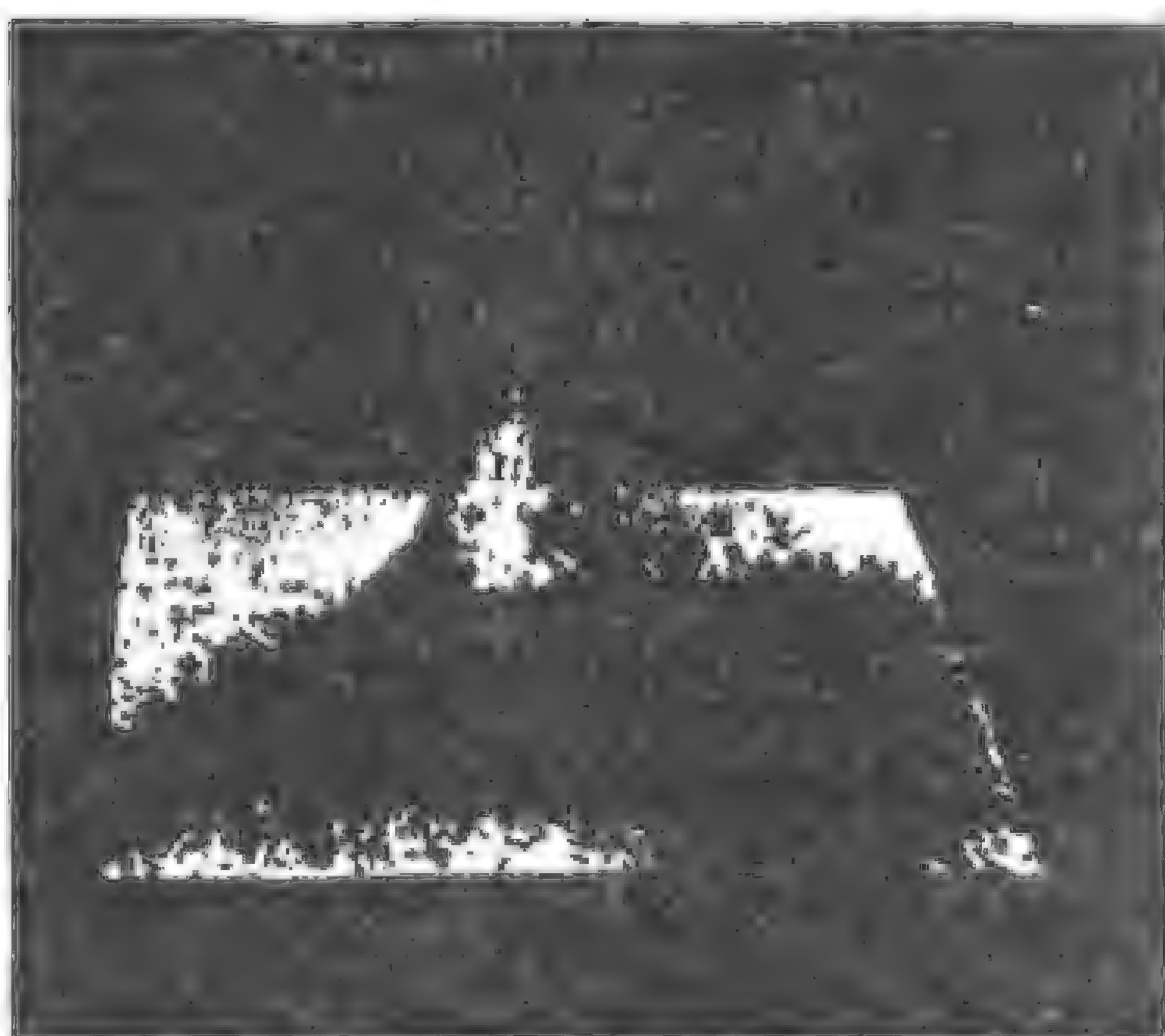
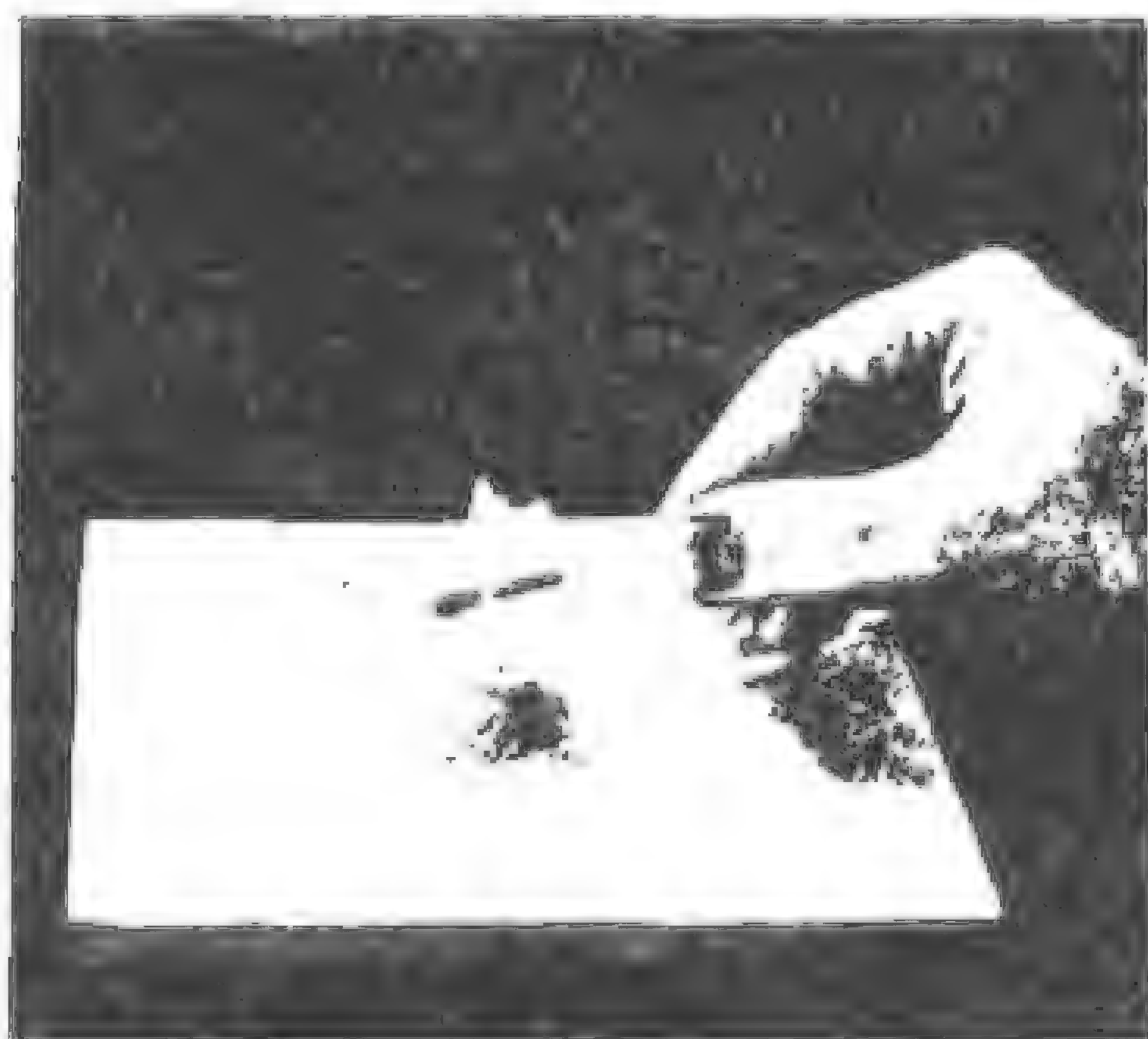
در حدود بیست گرم دی کرومات آمونیم را روی یک ورق حلبی یا در یک بشقاب فلزی بریزید و به صورت تپه کوچکی درآورید. برای جلوگیری از آلودگی محیط اطراف بهتر است که بشقاب را روی یک ورق بزرگ روزنامه قرار دهید. ابتدا با مشاهده و انجام آزمایشهای ساده به سوالات زیر پاسخ داده و جواب خود را در دفترچه آزمایشگاه یادداشت کنید :

- ذرات دی کرومات آمونیم چه رنگی دارند ؟
- آیا این ماده در آب محلول است ؟
- در صورتی که جواب سوال بالا مثبت است ، محلول آن چه رنگی دارد ؟
مطابق شکل کبریت افروختن را کنار نوک تپه دی کرومات آمونیم بگیرید و آن را آتش بزنید. اگر دمای چوب کبریت برای آتش زدن

کافی نباشد ، پنبه ای را به الکل آغشته کرده و با گیره فلزی بگیرید. پنبه را شعله ور کنید و در کنار نوک تپه دی کرومات نگاه دارید. پس از چند لحظه واکنش شروع میشود.

مشاهدات خود را با توجه به نکات زیر با دقت یادداشت کنید :

- آیا میتوانید نوع واکنش انجام یافته را دقیقاً مشخص کنید ؟ (مثلاً از نوع تجزیه یا ترکیب است ؟) یا توجه به اطلاعات گذشته خود سعی کنید یا ذکر دلیل به این سوال پاسخ دهید .
- ذرات باقیمانده در پایان آزمایش چه رنگی دارند ؟ آیا تغییر رنگی صورت گرفته است ؟
- به نظر شما هرگاه ذرات جامد تولید شده را جمع آوری کرده ، وزن کنیم ، از مقایسه وزن آنها با وزن دی کرومات آمونیم اولیه چه نتیجه ای به دست می آید ؟ آیا به نظر شما میرسد که در این واکنش گازی تولید شده باشد ؟
- چرا مواد به صورت آتشفشان فوران میکنند ؟
- آیا نکات دیگری جلب توجه شما را میکنند ؟
آنها را یادداشت کنید و در باره علت آنها فکر کنید .
دانش آموز دقیق ممکن است نتواند به



برخی پرسشهای فوق پاسخ قاطع و کاملاً " صحیح بدهد. برای این کار شاید به انجام دادن آزمایشها و تحقیقهای دیگری نیاز داشته باشد. این احتمال وجود دارد که برخی از پاسخهای شما بر اساس حدس و گمان نادرستی بیان شده باشد، به طوری که مشاهده دقیق و تحقیق تجربی آنها را تأیید نکند.

۵- آیا می توان به حواس خود اطمینان کامل داشت ؟

دانش آموز در کار آزمایشگاهی باید مانند یک دانشمند یا یک کارآگاه با کنجکاوی زیاد مراقب اطراف خود باشد و کوچکترین تغییرات حاصل رادر اشیای گوناگون مشاهده کند و ثبت نماید. این مشاهدات نشانه ها و ردپاهایی هستند که ما را برای حل مسائل و پاسخ گفتن به پرسشهایاری می نمایند. می دانیم که کلیه اطلاعات علمی به دست آمده از راه حواس پنجگانه فراهم می شوند. ما به اشیای مختلف نگاه می کنیم، وجود آنها را احساس می کنیم، آنها را بومی کنیم، می چشیم (در آزمایشگاه کمتر از حس بویایی و چشایی استفاده می شود زیرا بسیاری از مواد سمی هستند) و بالاخره به صداهای مختلف گوش می دهیم. چون کار آزمایشگاهی نوعی کار علمی و تحقیقی است که دقت فراوان لازم دارد، لذا بجاست که از خود پرسیم که تا چه حدی به حواس خود اطمینان داریم. آیا آنچه را احساس می کنیم نمایشگر حقیقت محض است ؟

آزمایش - آیا به حس بینایی خود اطمینان داریم ؟
به شکل صفحه بعد نگاه کنید. چه چیزی به نظرتان می رسد ؟ آیا می توان به چشم خود کاملاً

اطمینان داشت ؟

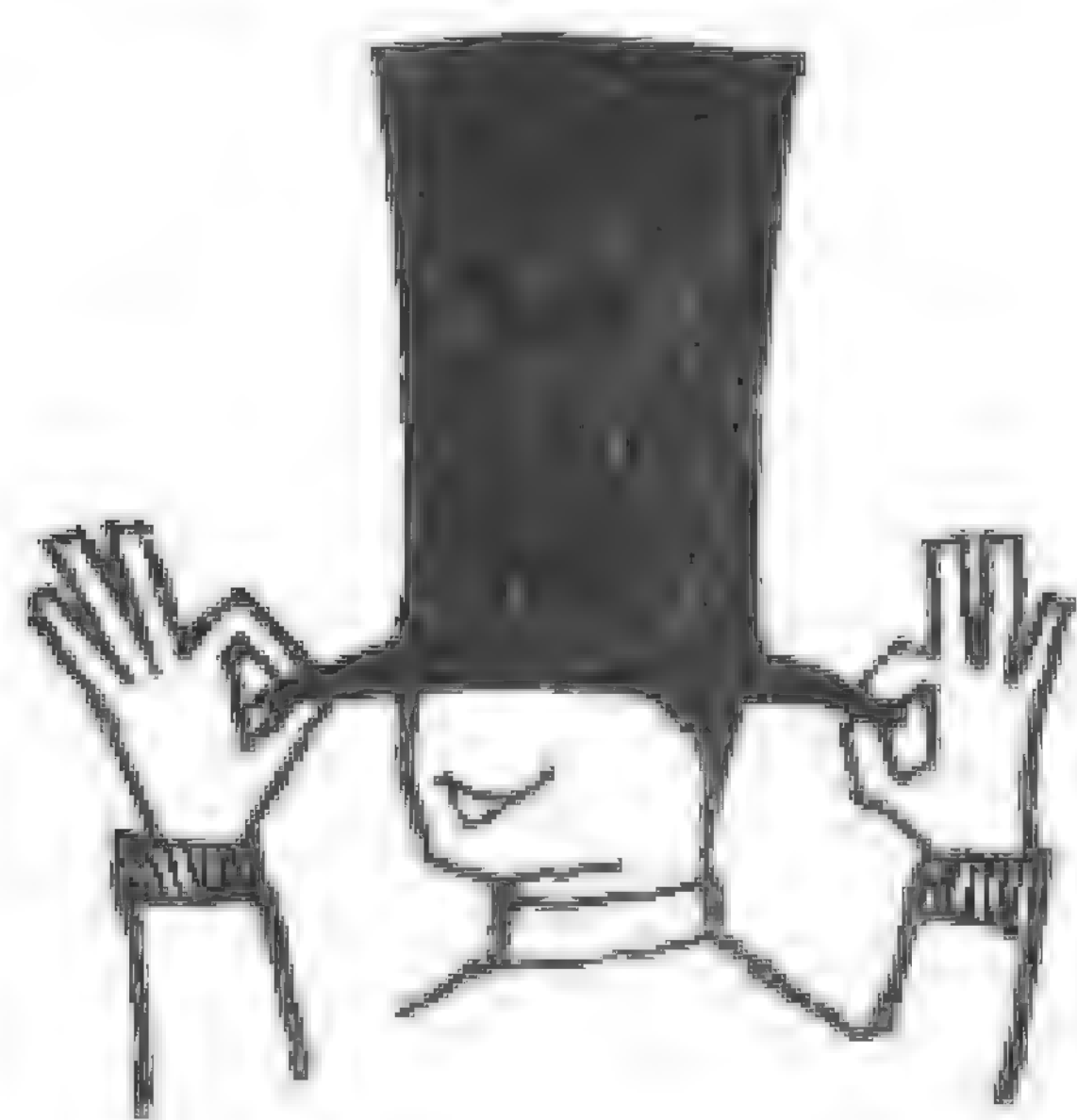
آزمایش - آیا به حس لامسه خود اطمینان داریم ؟
ابزار و مواد مورد نیاز: سه ظرف ۱۰۰ سانتیمتر مکعبی (یا سه لیوان کوچک).

در سه ظرف به ترتیب آب گرم، آب نیمگرم و آب سرد بریزید. دست چپ را در آب گرم و دست راست را در آب سرد فروبرده برای چند لحظه نگاه دارید و سپس آنها را در آب نیمگرم وارد کنید. احساس دست چپ و دست راست شما نسبت به آب نیمگرم چگونه است ؟ در آزمایشهای علمی آیا می توان به حس لامسه اعتماد کامل داشت ؟

آزمایش - آیا به حس چشایی خود اطمینان داریم ؟
مواد مورد نیاز: پرتقال و آب نبات.
در اینجا آزمایش چالبی انجام خواهید داد. یک قاچ پرتقال بخورید، آن گاه یک آب نبات روی آن بخورید. مجدداً یک قاچ دیگر از همان پرتقال اولیه بخورید. آیا احساس شیرینی پرتقال در حالت دوم به اندازه حالت اول است ؟ در آزمایشهای علمی، آیا می توان به حس چشایی اعتماد کامل داشت ؟

آزمایش - آیا به دآوری خود در باره فاصله ها و یا ابعاد اطمینان داریم ؟
وسایل مورد نیاز: خط کش ۳۰ سانتیمتری و متر نواری.

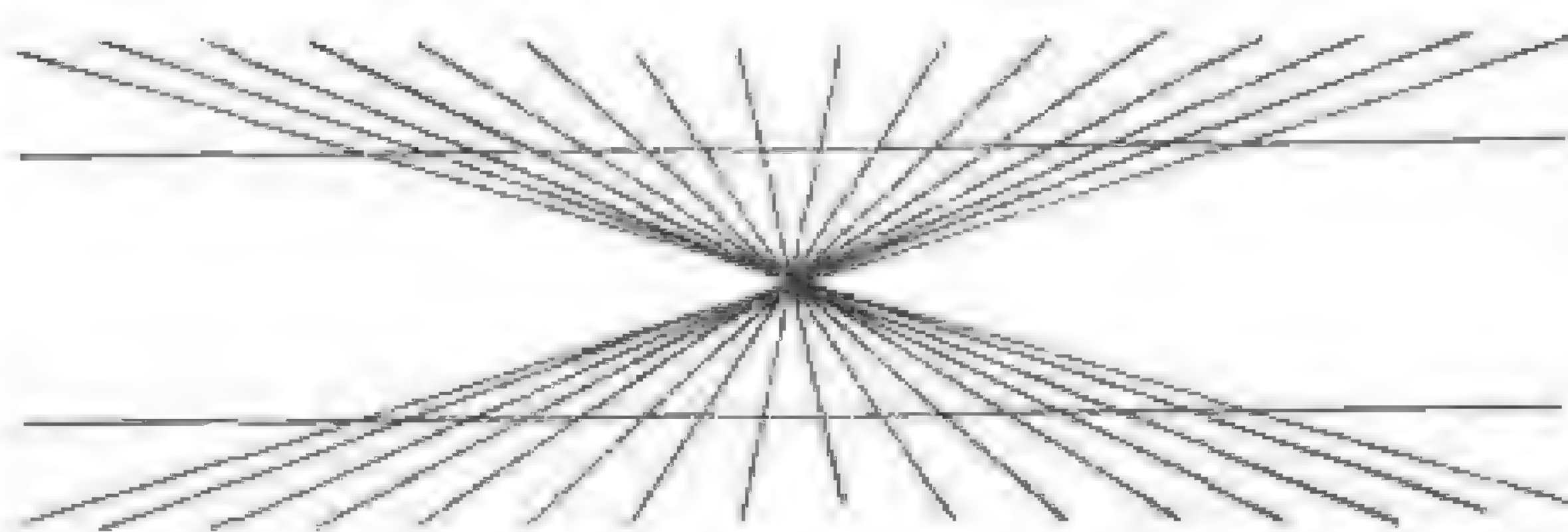
گاهی به متر نواری بیفکنید تا اندازه آن را در ذهن خود بسپارید. آنگاه طول نیمکت یا صندلی خود را بدون استفاده از متر برآورد کنید. هر یک از دانش آموزان نتیجه بررسی خود را در باره طول نیمکت روی تخته سیاه بنویسند. آیا پاسخها



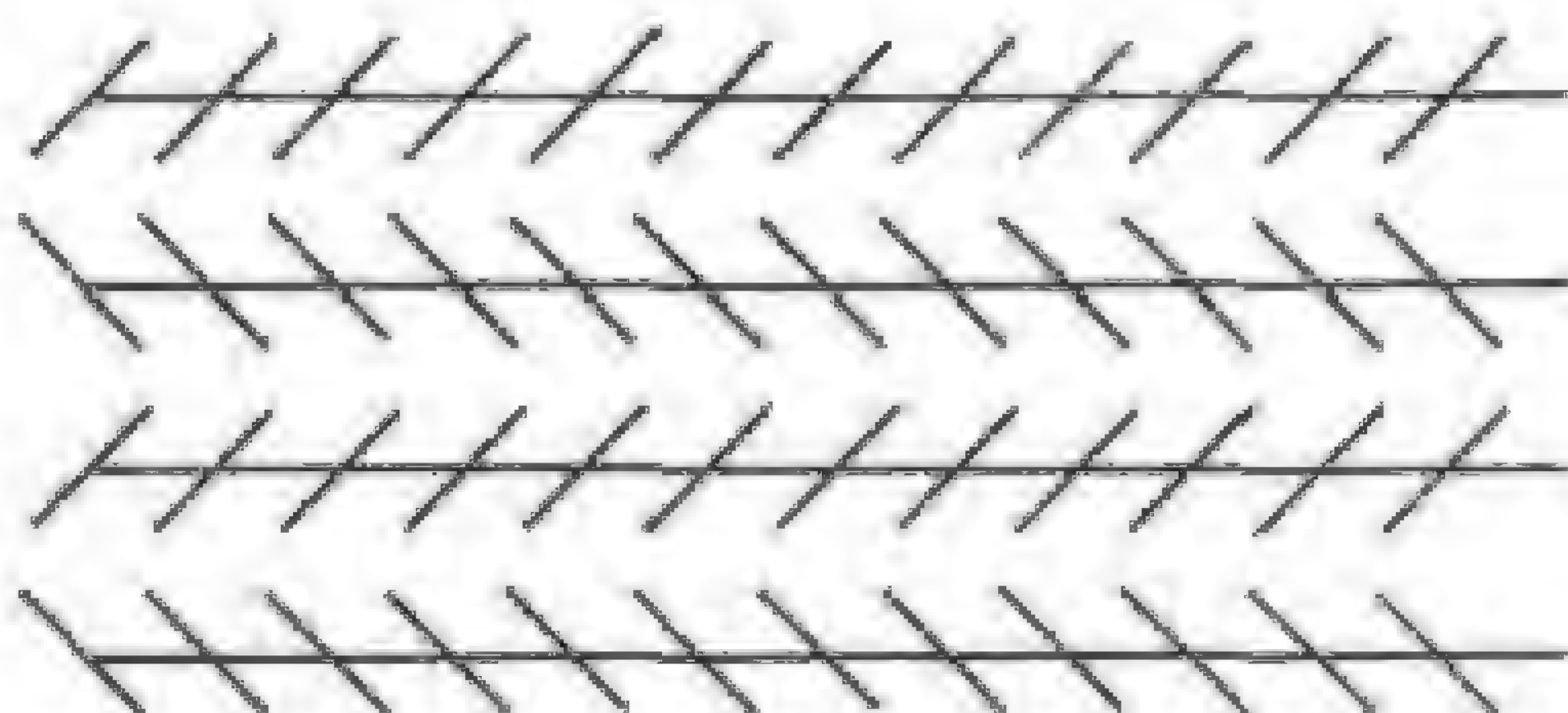
آیا ارتفاع کلاه بیش از پهنای لبه آن است؟



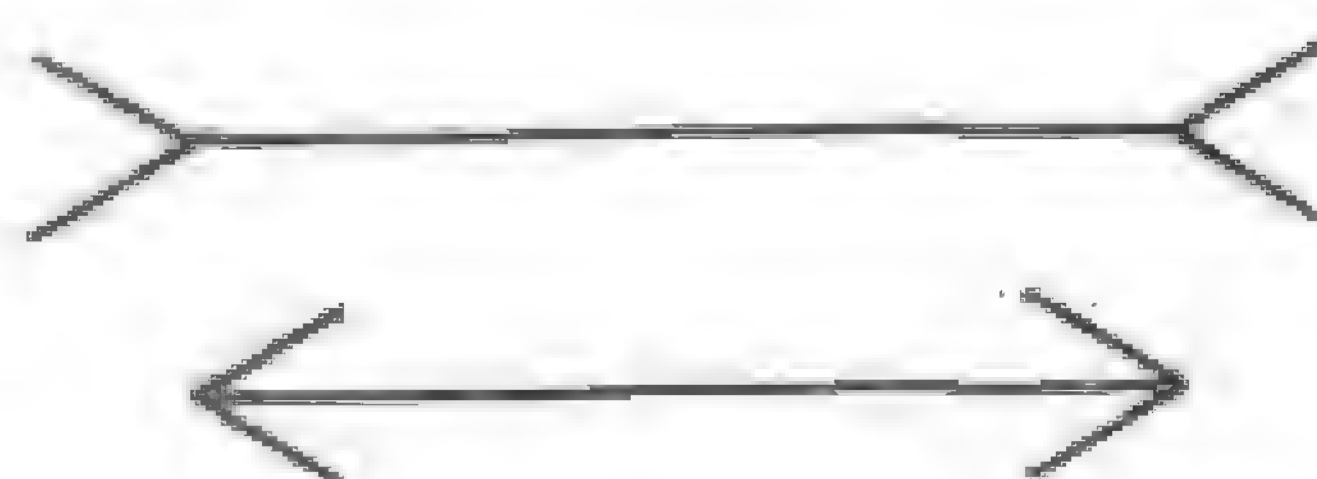
کدام يك قد بلندتری دارد؟



آیا این دو خط موازی هستند؟



آیا این خطوط موازی هستند؟



آیا طول این دو خط یکسان است؟

آیا ساعتی که عقربه ثانیه شمار داشته باشد پاسخ قطعی و بدون ابهام می دهد؟

۶- چگونه به حواس خود کمک کنیم؟

چنین به نظر می رسد که سرآغاز امیدوار کننده ای نداشتیم، هرگاه به حواس خود اطمینان نداشته باشیم، چگونه می توانیم به نتایج آزمایشها اعتماد کنیم؟

مهمترین نکته در علم مشاهده و اندازه گیری دقیق است. برای انجام این کار باید از ابزارهای اندازه گیری مانند دماسنج و فشارسنج کمک گرفت، به طور کلی ابزار به ما امکان می دهد تا اشیاء را "بینیم" و خصوصیات آنها را "اندازه بگیریم"

یکسان هستند؟ طول نیمکت را با متر اندازه بگیرید و با پاسحیای خود مقایسه کنید. خط کش ۳۰ سانتیمتری شما با میلیمتر درجه بندی شده است. آیا اندازه گیری طول نیمکت با خط کش مزبور پاسخ کاملاً دقیق می دهد؟ چرا؟ اندازه گیری به وسیله متر نواری بهتر است یا خط کش ۳۰ سانتیمتری؟

آزمایش - آیا به دایره خود درباره زمان اطمینان داریم؟

وسایل مورد نیاز: ساعت با عقربه ثانیه شمار، فاصله زمانی یک دقیقه را تخمین بزنید. دوست شما به کمک ساعت خود پاسخ شما را ارزیابی می کند.

در غیر این صورت دآوری ما بر اساس لمس کردن ، شنیدن وچشیدن خواهد بود .

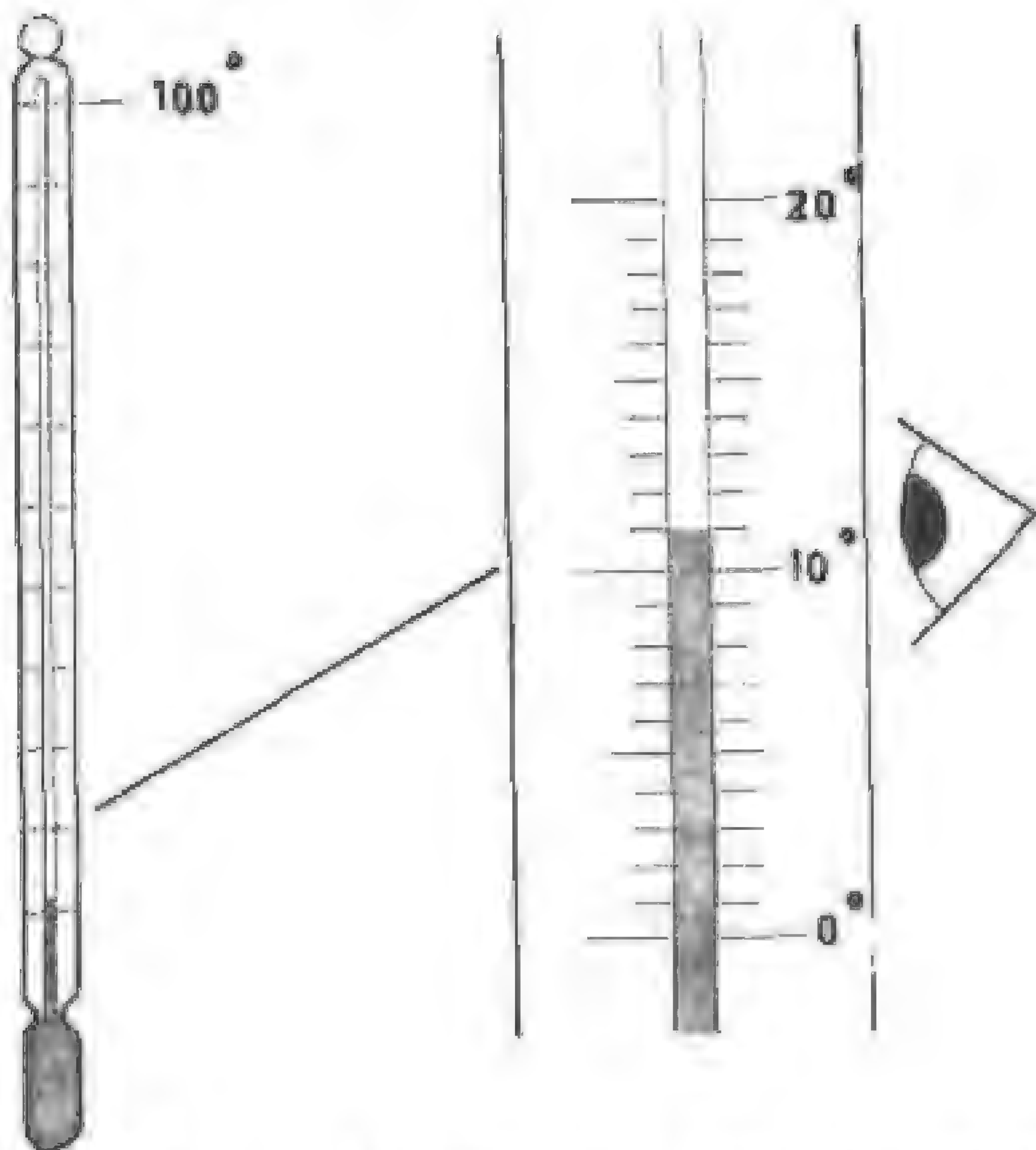
همان طوری که در شکل صفحه قبل مشاهده شد ، چشم نیز گاهی خطا می کند . با وجود این دقت حس بینایی نسبت به حواس دیگر فزونی دارد و دآوری ما را دقیق تر می کند . نکته شایان توجه این است که هیچ ابزاری نمی تواند پاسخ کاملاً دقیق بدهد و این خود تفاوت اساسی میان علوم "تجربی" و "ریاضی" را نشان می دهد . هرگاه دو عدد را به طور صحیح جمع کنید ، به کمک ریاضی به پاسخ کاملاً صحیح می رسید .

اندازه گیریهای ما در علوم تجربی به وسیله ابزار انجام می گیرد . یک وسیله هرچند که بسیار ظریف و دقیق ساخته شود ، باز هم پاسخ کاملاً مطمئن نمی دهد و دقت آن ضمن نزدیک شدن به سرحد کمال تا اندازه ای از پاسخ قطعی فاصله دارد . علاوه بر این ، دقت اندازه گیری به مهارت ما در کاربرد ابزار بستگی دارد .

در آزمایش تعیین طول ، دانش آموزان با خط کشهای خود ، پاسخهای متفاوتی برای طول نیمکت پیدا می کنند . آیا به نظر شما هرگاه همه دانش آموزان یک خط کش و یک نیمکت را مورد آزمایش قرار دهند ، به پاسخ یکسان می رسند ؟

۷ - ابزارها و اندازه گیریها

حال که به لزوم استفاده از ابزارها برای بهتر "حس کردن" و "مشاهده" کمی "خصوصیات مواد و رویدادها پی بردید ، بجاست که به کمک آزمایش ، در کاربرد برخی از ابزارهای ساده و مهم مهارت کسب کنید . سالهای گذشته با برخی ابزارها جهت اندازه گیری کمیتهایی چون دما ، حجم ، وزن و زمان



يك دماسنج جيوه‌ای و جزء بزرگ شده آن در حالی که دید چشم در امتداد بالاترین برآمدگی جيوه است.

آشنا شدید . در این قسمت و قسمتهای بعدی این کتاب ، در کاربرد صحیح این وسایل و انجام دادن مشاهده دقیق مهارت کسب می کنید و به کمک آنها به دانستیهای علمی جدیدتری نایل می آید .

الف - تعیین دما - دماسنج معمولی آزمایشگاه را که از نوع سلسیوس یا سانتیگراد است ، به دقت بررسی کنید . از چه موادی ساخته شده است ؟ چه چیزی درون آن وجود دارد ؟ نقطه های صفر و صد را پیدا کرده و چگونگی تقسیم بندی درجه های آن را ببینید . گاهی به آسانی نمی توان سطح مایع را در آن دید . این کار نیاز به تمرین دارد .

هرگاه از توانایی خود درباره خواندن درجات دماسنج اطمینان حاصل کردید ، دمای آب سرد شیر آزمایشگاه را تعیین کنید . دمای هوای آزمایشگاه گرمتر یا سردتر از آب شیر است ؟ دمای دست شما چقدر است ؟ آیا دمای دست همه دانش آموزان

یکی است؟ دماها را در کتابچه آزمایشگاه یادداشت کنید. برای اطمینان از صحت دماسنج چه راهی پیشنهاد می‌کنید؟

سانتیمترمکعبی، توری نسوز، سه پایه یا حلقه آهنی گیره‌دار، نفتالین، موم و یخ.

دماسنج را طوری در لوله آزمایش قرار دهید که مخزن آن زیر سطح ماده مورد آزمایش باشد.

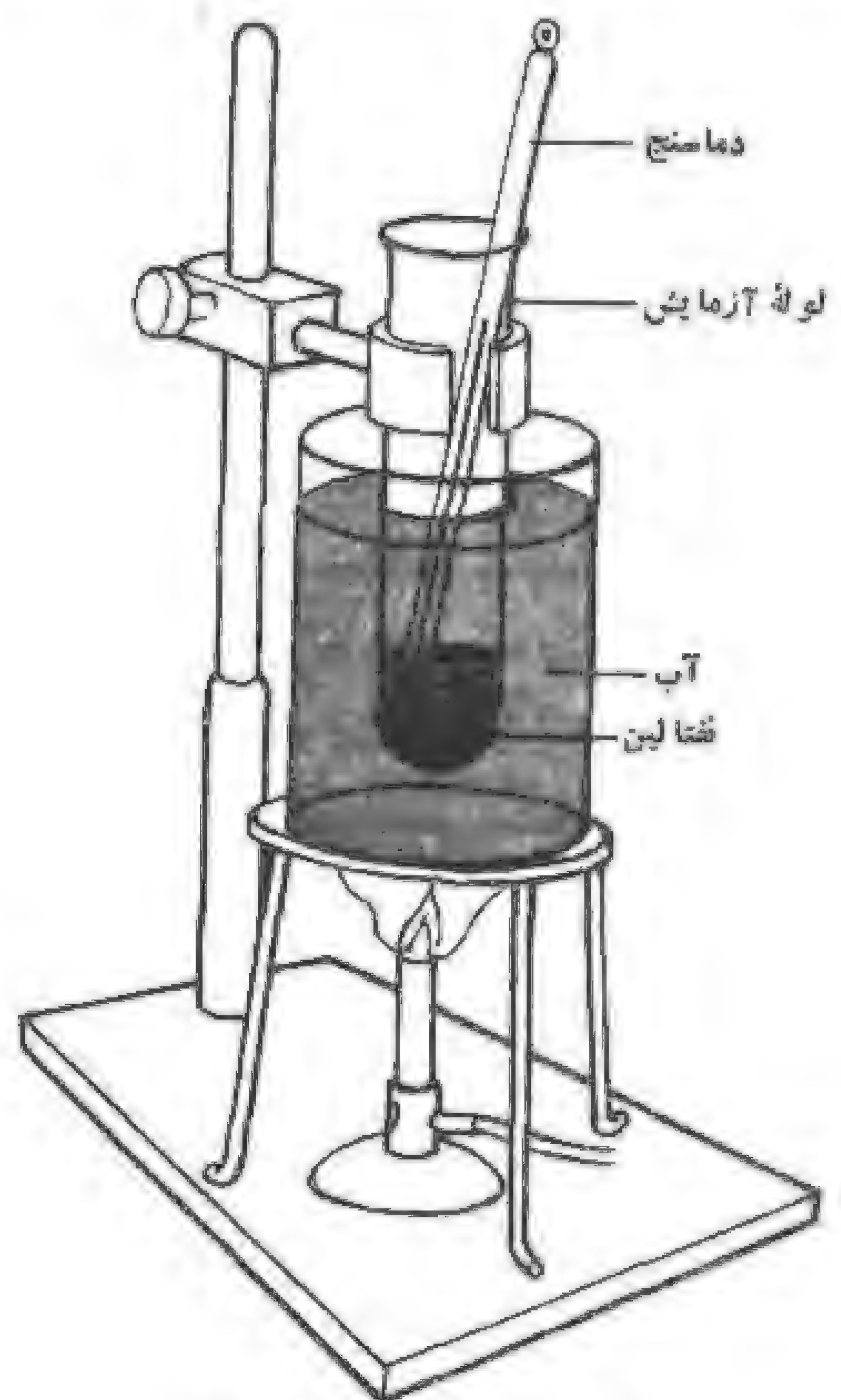
لوله را به ملایمت حرارت دهید. مناسب‌ترین راه برای حرارت دادن ملایم، قراردادن لوله در آب و حرارت دادن آب است. هنگامی که ماده ذوب می‌شود، دما را بخوانید و نتیجه را یادداشت کنید. دمای ذوب را معرفی کنید، نتایج حاصله را در جدولی مطابق جدول زیر یادداشت کنید.

ماده	دمای ذوب
نفتالین	
موم	
یخ	

یک آزمایش تحقیقی به وسیله دماسنج آزمایش - آیا کلیه جامدات نقطه ذوب مشابه دارند؟

به احتمال زیاد پاسخ این سؤال را می‌دانید. سعی کنید آن را به طور عملی در آزمایشگاه ثابت کنید.

ابزار و مواد مورد نیاز: لوله آزمایش پیرکس، گیره و پایه، دماسنج جیوه‌ای (۱۰ - تا ۱۱۰ درجه سلسیوس)، چراغ گاز، ظرف شیشه‌ای ۲۰۰ تا ۲۵۰



تعیین دمای ذوب یک ماده جامد

نتیجه‌گیری از آزمایش

چرا همه گروه‌های دانش‌آموزان در آزمایشگاه به نتایج کاملاً مشابهی نرسیدند؟

خطاهای اندازه‌گیری بر دو نوعند. نوع اول، "خطای آدمی است"، دقت ما همگی یکسان نیست معمولاً این خطا را "خطای مشاهده کننده" می‌نامند نوع دوم، "خطای ابزاری است"، دقت و درستی همه ابزارها یکسان نیست. هرگاه کلیه دماسنج‌هایی که در این آزمایش کلاسی به کار می‌روند، در یک ظرف آب جوش قرار گیرند، آیا دمای جوش یکسانی را نشان می‌دهند؟ دماسنج‌ها نیز خطای ابزاری دارند.

دقیق‌ترین دمای ذوب برای هریک از مواد

مورد آزمایش، میانگین نتایج آزمایش همه دانش آموزان است. نتایجی که صحیح به نظر نمی‌رسد در محاسبه میانگین به کار نمی‌رود. نتایج زیر از بررسی دمای جوش آب در یک آزمایشگاه کلاسی به دست آمده است. کدام یک از آنها را در محاسبه میانگین به کار نمی‌برید؟

۹۹/۸، ۸۵، ۹۹، ۱۰۰/۱، ۱۰۰، ۱۰۰/۵

ب - تعیین وزن ماده - یکی دیگر از فعالیت‌های مهم آزمایشگاهی تعیین مقدار ماده است. به خاطر دارید که برای تعیین مقدار ماده موجود در یک جسم از ترازو استفاده می‌کنند. هرگاه مقدار ماده موجود در جسم مورد آزمایش زیاد باشد، ترازو وزن بیشتری نشان می‌دهد. در این قسمت با چند نوع ترازوی آزمایشگاهی آشنا می‌شوید. پایه و اساس ترازوهای معمولی آزمایشگاه بر خاصیت اهرم استوار شده است. قسمت اصلی هر ترازو شاهینی است که به صورت افقی بر نقطه اتکای ظریفی که مانند لبه کارد است، قرار می‌گیرد. هرگاه یک شیء را بر یک سر شاهینی آویزان کنیم باید معادل آن را در آن سوی دیگر قرار دهیم تا تعادل اهرم همچنان برقرار بماند و شاهین وضع افقی خود را نگاه دارد. فرض کنید قطعه‌ای از طلا یا تکه‌ای از چوب در ترازویی در حال تعادل است، تکه چوب نیز به نوبت خود معادل مفتولی از آهن می‌باشد. در اینجا می‌گوییم که مقدار ماده موجود در این سه جسم و در نتیجه وزن آنها برابر است. ترازوی شاهین دار وسیله‌ای است برای مقایسه مقدار ماده یا وزن اجسام مختلف.

مراقبت از ترازو - چون ترازویکی از ابزارهای ظریف و دقیق آزمایشگاه است از این رو نیاز به مراقبت درست و توجه زیاد دارد. پیش از آشنایی با انواع ترازوها و کار کردن با آنها بجاست که از نکات زیر

آگاه باشید:

۱ - ترازو را همیشه تمیز نگاه دارید. کفه آن را با برس مخصوص تمیز کنید.

۲ - هرگز دست به تعمیر و اصلاح ترازو نزنید. انجام این کار را به دبیر یا مسئول فنی آزمایشگاه واگذار کنید.

۳ - مواد شیمیایی یا اجسام داغ را مستقیماً روی کفه ترازو نگذارید. همیشه از تکه‌های کاغذ و یا ظروف توزین استفاده کنید. جسم داغ را پس از سرد شدن توزین کنید.

۴ - برای استفاده از ترازوی دو کفه، ابتدا کلید یا ضامن آن را بزنید و از برابری نوسان عقربه در دوسوی نقطه صفر اطمینان حاصل کنید. هنگام نوسان ترازو، نباید چیزی روی کفه‌ها قرار داد یا از آنها برداشت.

۵ - همیشه جسم را در کفه سمت چپ و وزنه‌ها را در سمت راست قرار دهید.

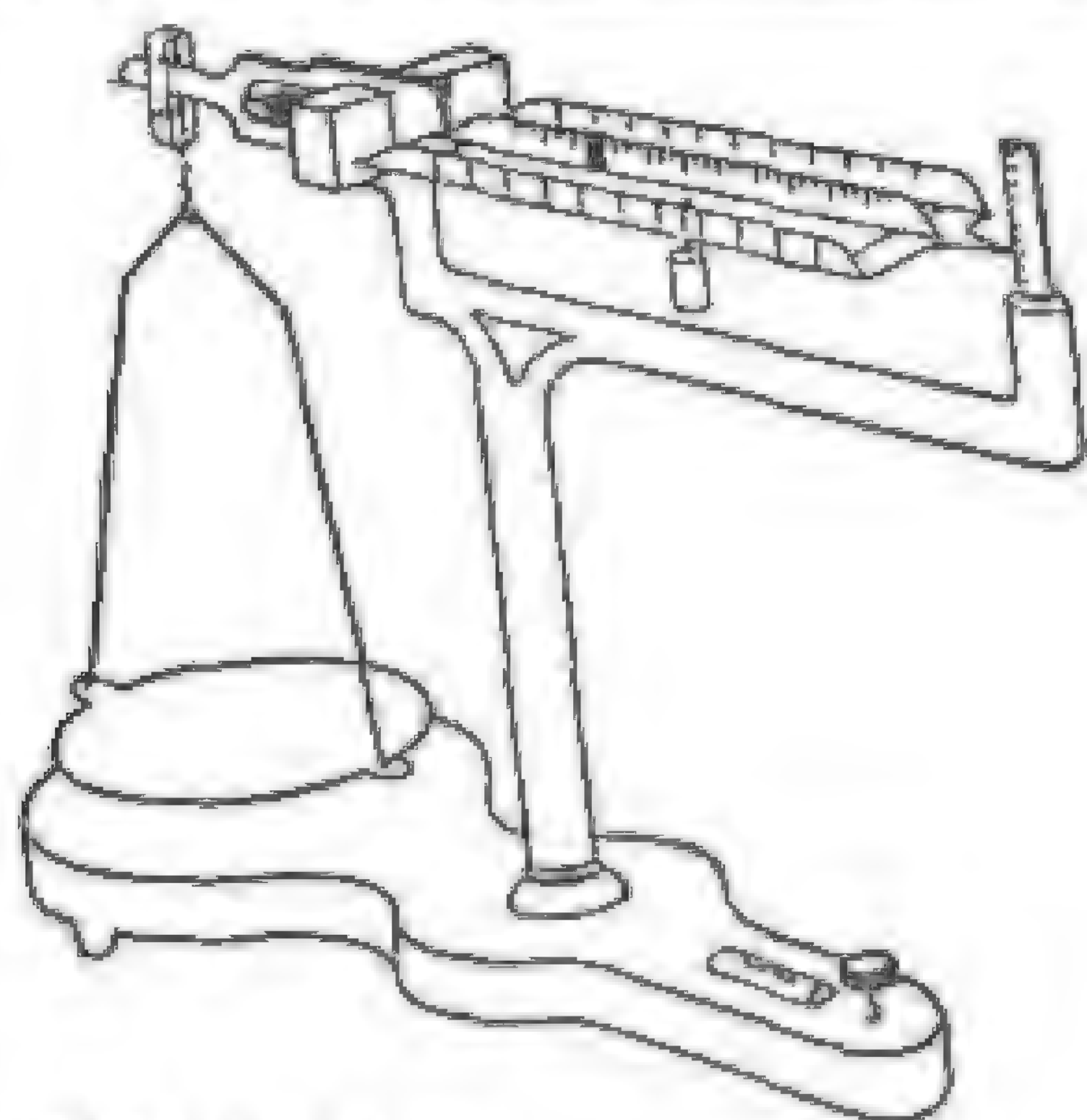
۶ - وزنه‌های کوچک را با پنس بگیرید و هرگز آنها را دست نزنید. چرا؟

۷ - پس از توزین و یادداشت وزن جسم، کلیه وزنه‌ها را در جای مخصوص خود در جعبه سنگ برگردانید.

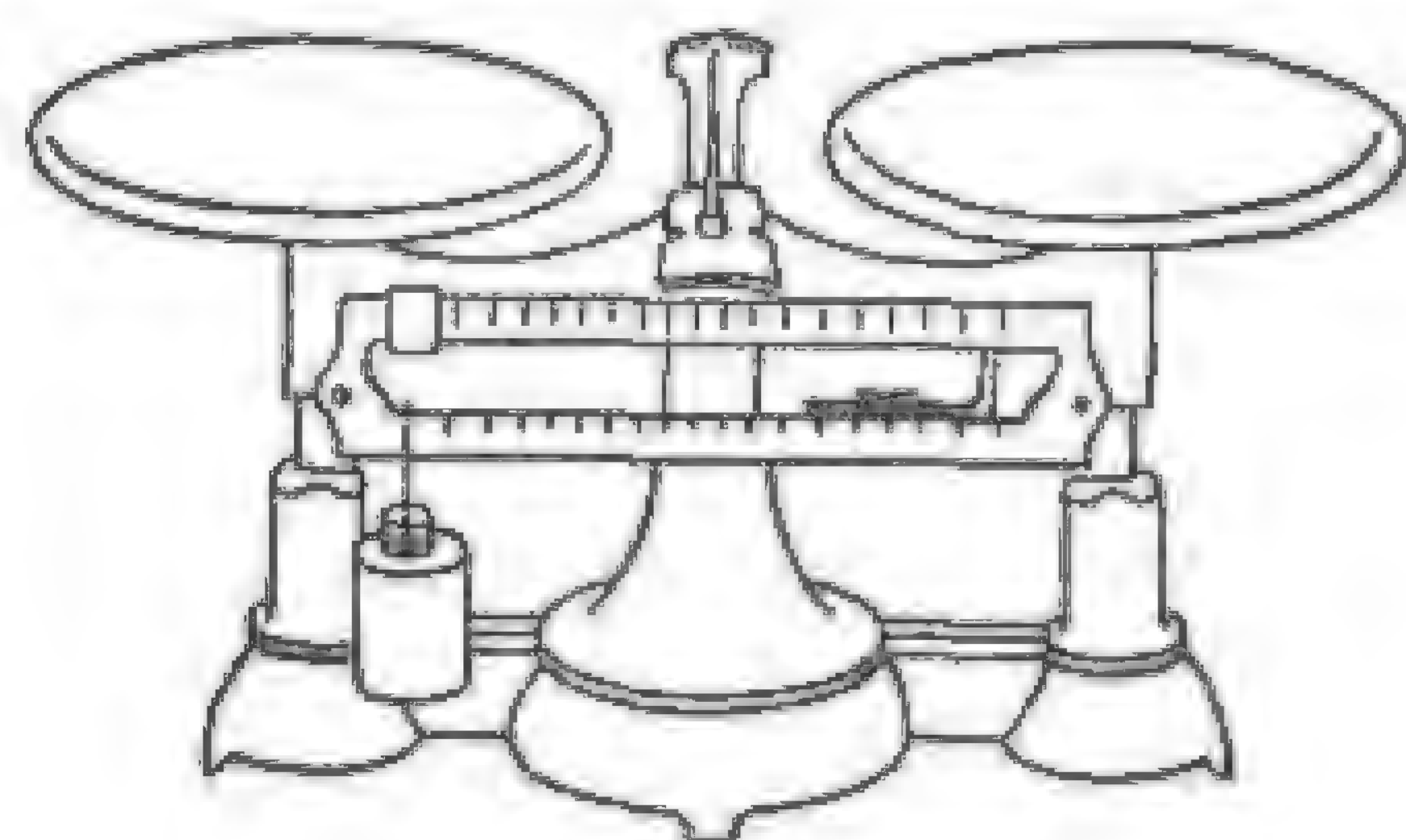
نوع ترازویی که برای یک آزمایش انتخاب می‌شود با حدود دقت مورد نیاز برای توزین جسم بستگی دارد.

ترازوی الف از نوع دو کفه‌ای (Platform balance) است که برای توزین سریع اجسام نسبتاً سنگین به کار می‌رود. دقت آن تا ۱/۵ گرم می‌باشد.

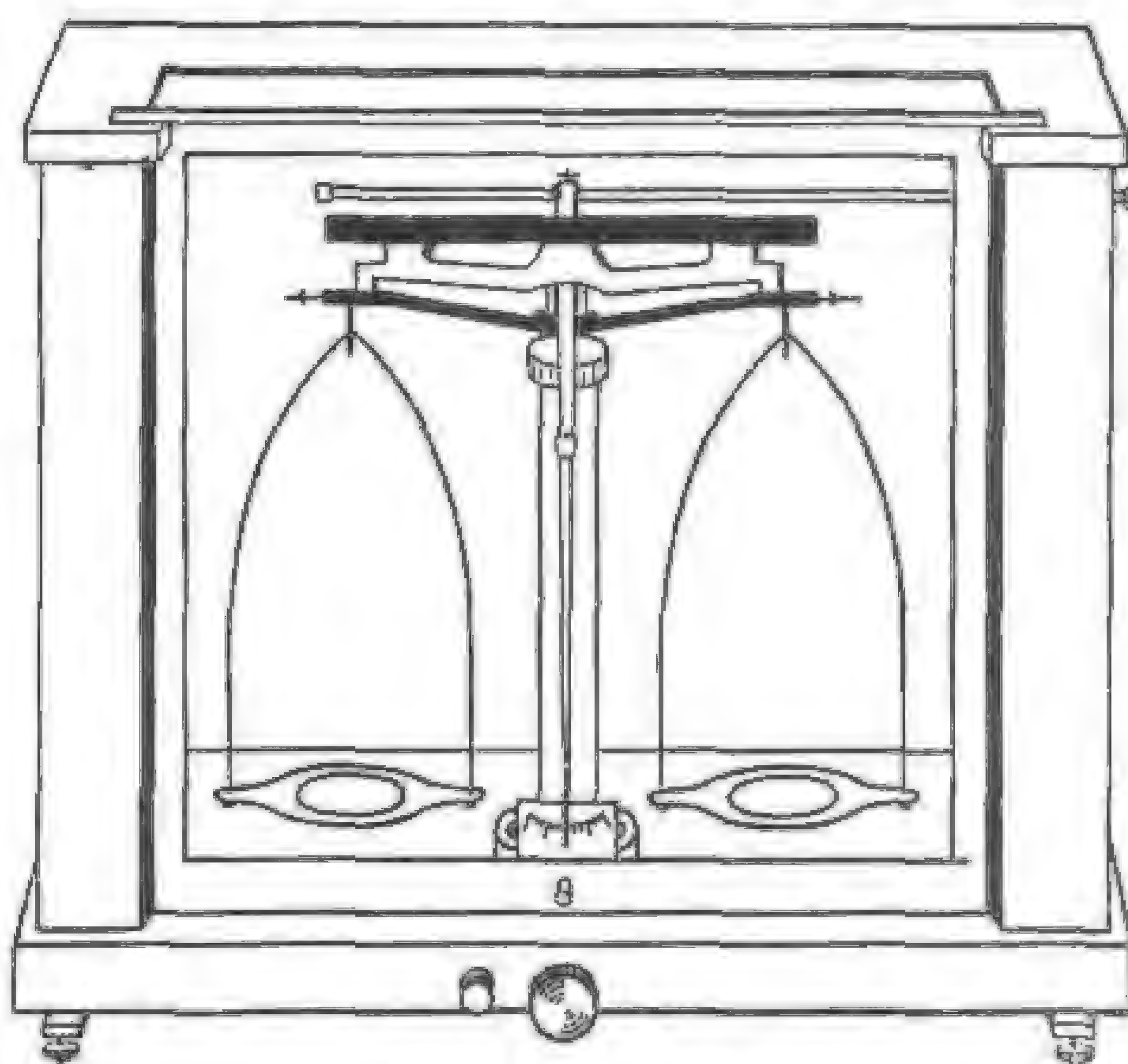
ترازوی ب از نوع سه اهرمی (Triple beam balance) است و برای توزین سریع اجسام سبکتر تا دقت ۰/۰۱ گرم به کار می‌رود.



ب- ترازوی سه اهرمی



الف- نوعی ترازوی دو کفه



پ- ترازوی آنالیتیک



ت- نوعی ترازوی الکتریکی کفه بالا

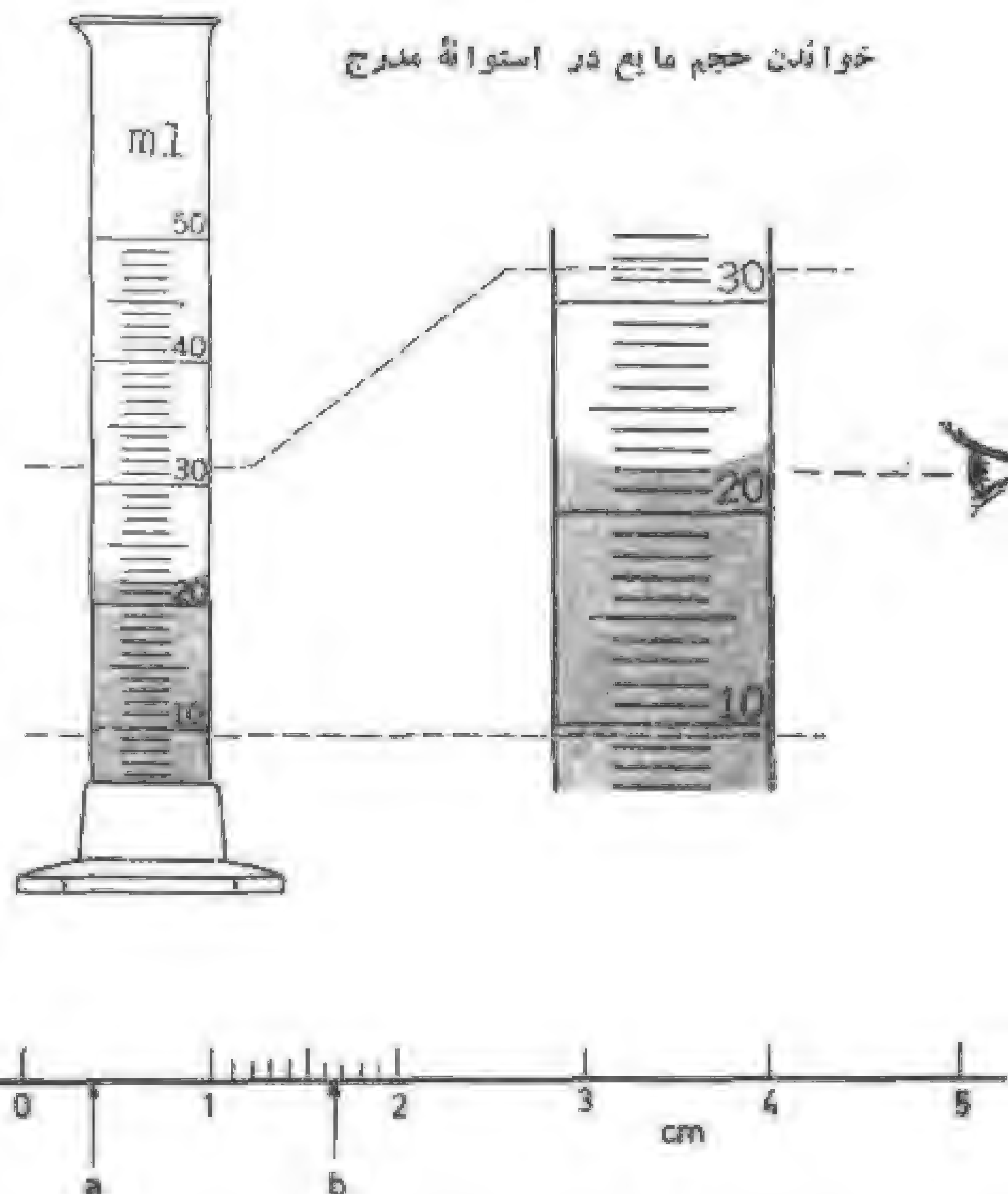
چند نوع ترازوی آزمایشگاهی

از آزمایشگاههای امروزی و مراکز صنعتی به کار می‌رود. توزین با آن خیلی سریع و دقیق است. دبیر شما توضیحات لازم و دستور کار هر یک از ترازوهایی که در آزمایشگاه مدرسه وجود دارد خواهد داد.

پ- تعیین حجم - یکی دیگر از کارهای اولیه آزمایشگاه تعیین حجم اجسام است. برای تعیین

ترازوی پ از نوع معروف به آنالیتیک (Analytical balance) است که در بسیاری از آزمایشگاههای معمولی وجود دارد. دقت آن تا ۰/۰۰۱ گرم (یک میلیگرم) است. کار با آن وقت و دقت بیشتری لازم دارد. انواع دقیق‌تر این ترازو تا ۰/۰۰۰۱ گرم (۱/۰ میلیگرم) حساسیت دارد.

ترازوی ت از نوع الکتریکی (Electric balance) می‌باشد، گران قیمت است و در بسیاری



به پایین ترین قسمت خمیدگی سطح را بخوانید. آسانترین راه برای اندازه گیری، نگاه کردن از پایین است. چشم خود را به اندازه ای پایین بیاورید که سطح مایع چون آینه به نظر آید. آن گاه سر را به تدریج بالا برید تا بازتاب نورناپدید شود، در این هنگام حجم آب را بخوانید. اغلب مایعات مانند آب سطح مقعری دارند. جیوه سطح محدبی به خود می گیرد و برای خواندن حجم آن باید چشم را در امتداد بالاترین قسمت خمیدگی قرار داد.

هرگاه مقیاس درجه بندی مربوط به شکل، سانتیمتر باشد، موقعیت پیکانهای a و b را تا حدود ۱/۵ سانتیمتر تخمین بزنید. آیا می توان موقعیت آنها را تا ۰/۱ یا ۰/۵ سانتیمتر تخمین زد؟ تا ۰/۰۱ یا ۰/۰۰۱ سانتیمتر چطور؟

آزمایش - اندازه گیری حجم اجسام به روش جا به جا شدن مایع.

مواد مورد نیاز: استوانه مدرج ۵۰ ml، ظرف ۱۰۰ ml.

در حدود $\frac{2}{3}$ حجم استوانه مدرج را با ماسه پر کنید. حجم ماسه چقدر است؟ ماسه را در ظرف ریخته و تا حدود $\frac{1}{3}$ استوانه را با آب پر کنید و حجم آن را یادداشت نمایید. ماسه را در آب بریزید حجم آب و ماسه چقدر است؟ از دو نتیجه آخری حجم ماسه را به تنهایی حساب کنید. حجم هوایی که فضای میان دانه های ماسه را اشغال می کند چقدر است؟ نسبت حجم این مقدار هوا به حجم ماسه چقدر است؟

این آزمایش حجم جسم را از راه جا به جا شدن مایع تعیین می نماید و می رساند که هنگام صحبت از حجم اجسام مشابه ماسه باید به کیفیت اندازه گیری توجه کامل نمود. حجم اندازه گیری شده

حجم اجسام جامد که شکل منتظم دارند، ابعاد آنها را اندازه گرفته و به کمک روابط هندسی حجم آنها را محاسبه می کنند. حجم مایعات را نیز معمولاً به وسیله استوانه مدرج تعیین می کنند. گنجایش استوانه مدرج و سایر ظروف آزمایشگاهی را با واحد میلی لیتر (ml) روی آن می نویسند. یک میلی لیتر برابر $\frac{1}{1000}$ لیتر و یا یک سانتیمتر مکعب است.

برای خواندن حجم مایع، مطابق شکل استوانه مدرج را به طور قائم روی میز نگاه دارید و با بالا بردن و پایین آوردن سر خود، چشم را در امتداد سطح آب قرار دهید. کج نگاه داشتن استوانه مدرج چه تأثیری در تعیین حجم دارد؟ هرگاه به سطح آب در استوانه نگاه کنید، آن را کاملاً مسطح نمی بینید. کناره های آب اندکی به سوی بالا کشیده می شود و سطح مقعر به وجود می آورد.

هنگام اندازه گیری حجم آب، درجه مربوط

از راه معمولی برای چنین اجسامی با حجم تعیین شده به روش جا به جا شدن مایع تفاوت دارد.

تمرین

۱ - ۳۰ سانتیمتر مکعب آب را روی ۵۰ سانتی متر مکعب ماسه خشک ریخته‌ایم، حجم کلی به ۶۰ سانتیمتر مکعب رسیده است.

الف - حجم آبی که به فضای میان دانه‌های ماسه وارد نمی‌شود چقدر است؟

ب - حجم آبی که فضای میان ذرات ماسه را پر می‌کند چقدر است؟

پ - حجم ذرات ماسه چقدر است؟

ت - نسبت حجم ذرات ماسه به حجم کلی چقدر است؟

۲ - چگونه می‌توان حجم مقداری شکر بلورین را اندازه گرفت؟

۳ - قطعه سنگی را جهت اندازه‌گیری حجم در آبی که در یک استوانه مدرج وجود دارد کرده‌ایم. تعدادی حباب ریز هوا بر سطح سنگ پدید آمده است. آیا لازم می‌دانید که حبابها را پیش از خواندن حجم از سنگ دور کنیم؟

ت - آشنایی با برخی از ابزارهای آزمایشگاهی مورد نیاز - پیش از آغاز فعالیت‌های این فصل بجاست که با نام و مشخصات برخی از ابزارهای ساده آزمایشگاهی که برای انجام دادن آزمایشهای آن به کار می‌رود آشنا شوید و در فراهم نمودن چند وسیله شیشه‌ای مهارت پیدا کنید.

الف - آشنایی با ابزارها - نام و شکل ابزارها مطابق شکل صفحه بعد است. به مرور زمان مهارت لازم را جهت کاربرد آنها به دست خواهید آورد.

ب - ساختن برخی ابزارها - چون بسیاری از

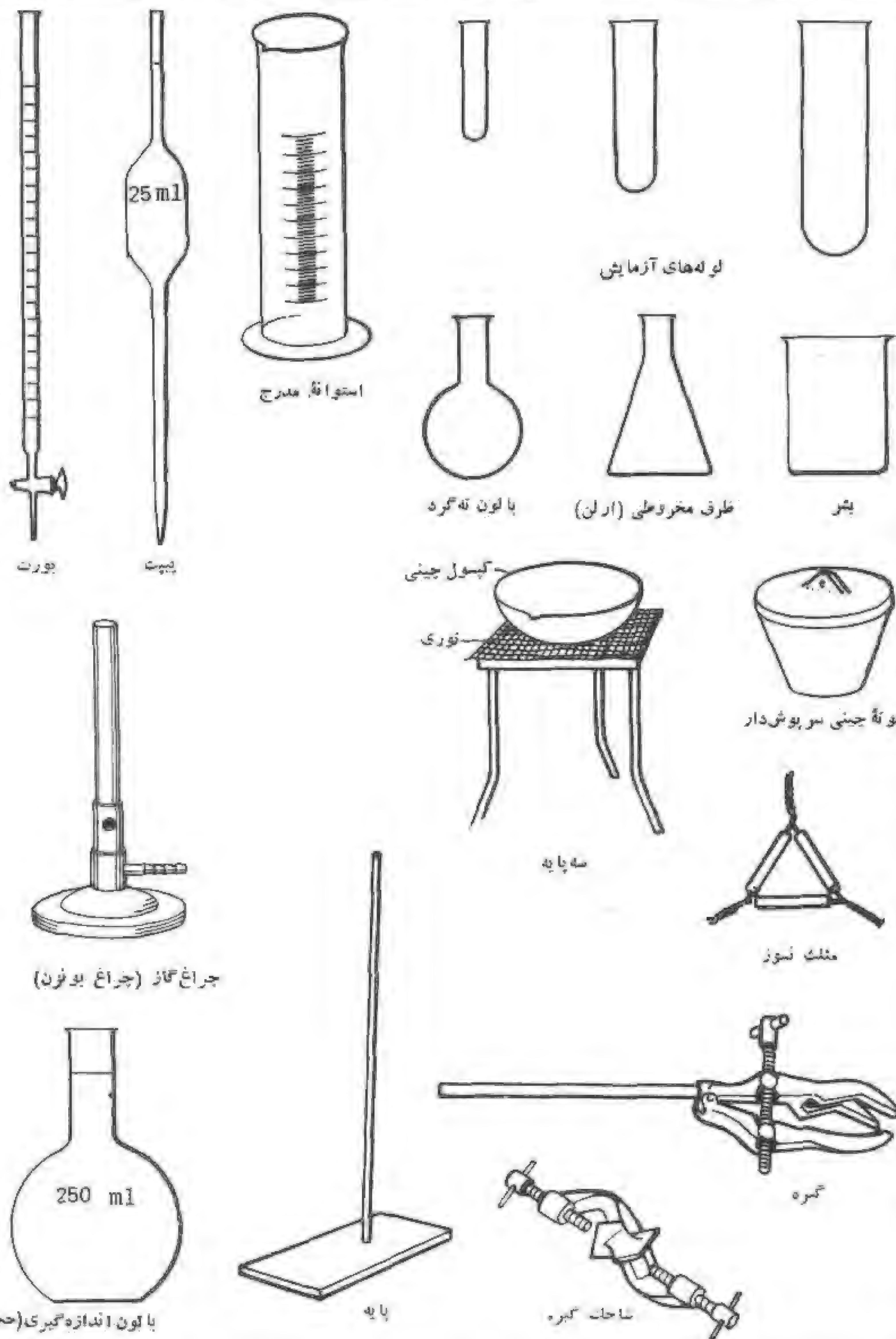
دستگاههای آزمایشگاهی از به هم پیوستن ظروف گوناگون به وسیله لوله‌های شیشه‌ای به وجود می‌آید از این رو در این آزمایش با بریدن، خم کردن و کار با لوله‌های شیشه‌ای آشنا خواهید شد.

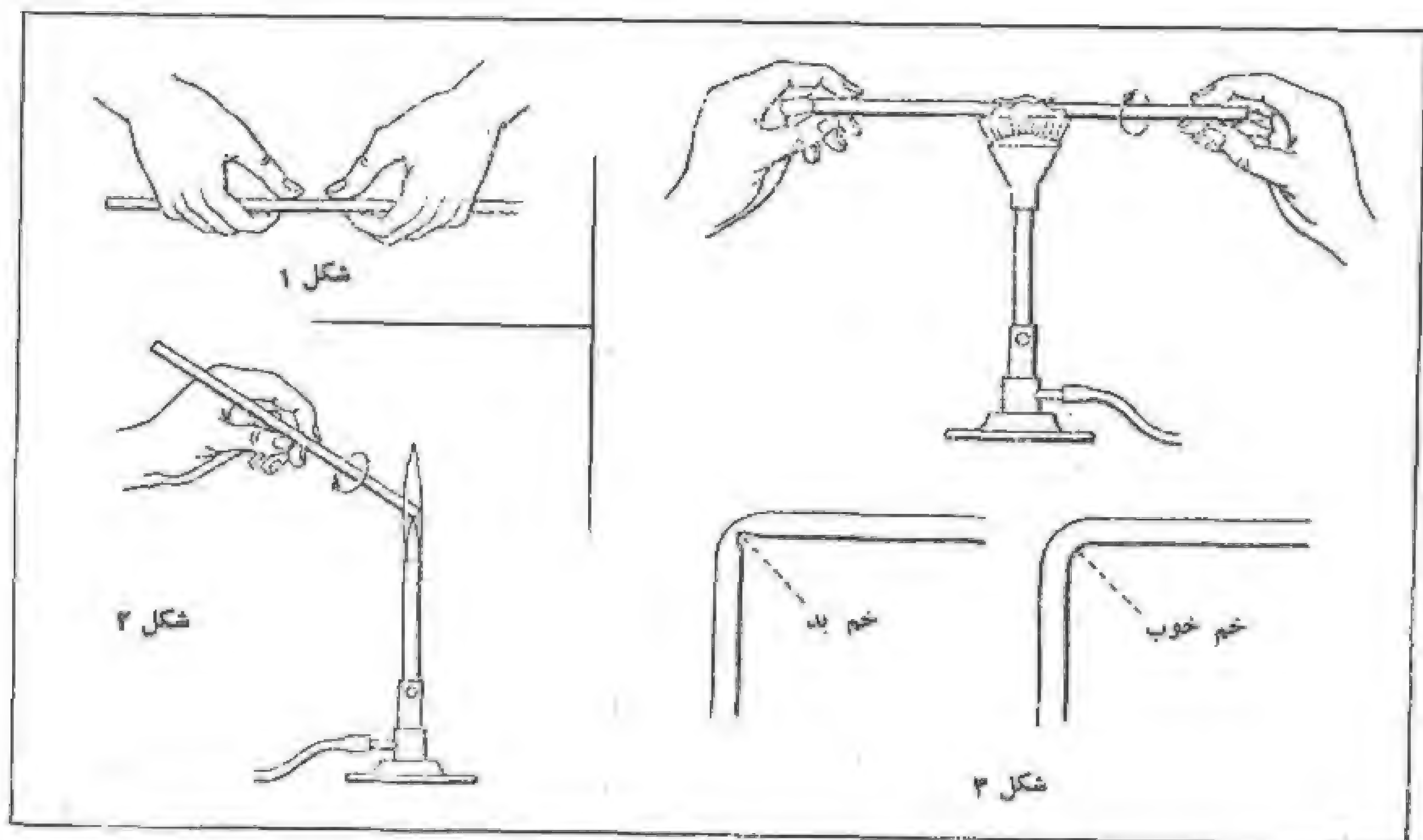
ابزار مورد نیاز: چراغ گاز، شعله پخش کن (می‌توان از آن صرف نظر کرد)، سوهان مثلث شکل، لوله شیشه‌ای (به قطر ۴ تا ۵ میلیمتر)، درلاستیکی یک سوراخه، توری پنبه نسوز، خط‌کش.

بریدن لوله شیشه‌ای: لوله را روی میز بخواه‌باندید، ۳۰ سانتیمتر آن را با خط‌کش اندازه گرفته و خراشی با لبه سوهان در امتداد پهنای آن پدید آورید. لوله را مطابق شکل ۱ صفحه ۱۶ با دو دست بگیرید و به کمک دو شست خود در دو طرف خراش به ملایمت فشار دهید تا به دو پاره بشکند. بجاست که دو طرف لوله را پیش از شکستن با دستمال بگیرید. چرا؟

نرم کردن لبه لوله: سر یک لوله که تازه بریده شده است تیز و برنده می‌باشد. لبه تیز چنین لوله‌ای را باید مطابق شکل ۲ در ناحیه آبی و پر حرارت شعله چرخانید و نرم کرد. دقت کنید که لوله بیش از حد نرم نشود در غیر این صورت دهانه آن تنگ شده و به تدریج بسته می‌شود. لوله داغ را روی توری نسوز قرار دهید تا سرد شود.

خم کردن لوله: وسط لوله شیشه‌ای ۲ سانتی-متری خود را در داغترین نقطه شعله بچرخانید و گرم کنید (در صورت امکان می‌توان از شعله پخش کنی که روی لوله چراغ نصب می‌شود استفاده کرد). وقتی شیشه به اندازه کافی نرم شد، آن را از شعله خارج کرده و مطابق شکل ۳ خم کنید. هرگاه خم کردن لوله در یک نقطه انجام گردد، لوله باریک شده و ممکن است بسته شود. برای این که لوله





بریدن و خم کردن لوله شیشه ای (۱)

علمی عباراتی مانند "امروز هوا سرد است" یا "این جسم سنگین است" کمتر به کار می رود و به جای آنها از عباراتی چون "دمای هوا ۱۲ درجه سانتیگراد است" یا "این ظرف دارای ۴۵۳/۶ گرم نمک طعام است" استفاده می شود، دو عبارت اولیه را "توصیف کیفی" و عبارتهای بعدی را "بیان کمی و دقیق" می نامند. بیان کمی و دقیق باید نشان دهنده مقدار حقیقی کمیتها باشد ولی آیا این کار ممکن است؟ با مقایسه نتیجه مشاهدات دانش آموزان درباره دمای ذوب یک ماده جامد به دو نوع خطای اندازه گیری و خطای آن - در نوشته های

به صورت زاویه قائمه درآید بجاست که چند نقطه نزدیک به یکدیگر آن را به فاصله ۳ تا ۴ سانتیمتر به تدریج خم کنید. برای خم کردن لوله از انبرک فلزی استفاده کنید.

برای عبور دادن لوله از سوراخ در لاستیکی، چند قطره آب یا گلیسرین به آن بزنید، لوله را با دستمال بگیرید و به طور راست در سوراخ بچرخانید. در صورت نیاز، معلم شما نحوه سوراخ کردن در لاستیکی را برای شما نشان می دهد.

ث - دقت اندازه گیری و خطای آن - در نوشته های

۱- خم کردن لوله های شیشه ای قطور که دیواره آنها بسیار نازک است خطرناک می باشد. چون ممکن است بر اثر شکستن، تکه های شیشه بصورت و چشم پرتاب شود. بنابراین حتی الامکان از عینک آزمایشگاهی استفاده شود.

ابزاری و خطای مشاهده کننده نام نهادیم. در اینجا این خطاها را با موشکافی بیشتری بررسی می‌کنیم و با چگونگی گزارش دادن آنها آشنا می‌شویم.

مجدداً "اندازه‌گیری دما را مثال می‌زنیم. دقت تشخیص دما به عوامل زیادی بستگی دارد که در رأس آنها نوع و ساختمان دماسنج است. دماسنجی که به کار می‌رود تا چه حد دقیق ساخته شده است؟ آیا قطر لوله موئینی آن در سرتاسر دماسنج یکی است؟ آیا درجه بندی آن به دقت انجام گرفته و فاصله میان یک درجه با درجه بعدی واقعاً یکسان است؟ کوچکترین درجه این دماسنج چقدر است؟

فرض کنید با دماسنجی کار می‌کنید که کوچکترین درجه آن 0.1 سانتیگراد است. دماسنج را در آب وارد می‌کنید و درجه 27.6 را می‌خوانید. دانشمندان نسبت به رقم 6 که پس از ممیز آمده عقیده جالبی دارند. آنان می‌گویند رقم 6 می‌تواند 5 یا 7 نیز باشد، یعنی دمای آب ممکن است 27.5 یا 27.7 باشد. در این مورد می‌گویند که "خطای اندازه‌گیری" این ابزار ± 0.1 درجه می‌باشد و از این رو دمای آب را به صورت 27.6 ± 0.1 درجه گزارش می‌دهند.

هرگاه دماسنج ظریف و دقیق تری به کار برید که بتواند تا 0.01 درجه را نشان دهد، دیگر نمی‌توانید رقم 6 را به 5 یا 7 برسانید. در این مورد ممکن است دما را 27.63 گزارش دهید. در اینجا رقم 3 نشان می‌دهد که خطای اندازه‌گیری از $0.1 \pm$ به $0.01 \pm$ کاهش یافته و دمای آب ممکن است میان 27.62 تا 27.64 باشد.

یکی دیگر از عوامل مؤثر در دقت اندازه‌گیری مربوط به شخص مشاهده کننده است. مهارت او در به کار بستن دماسنج، قدرت تشخیص چشم و تجربیات

گذشته او چگونه است؟

عامل مهم دیگر نیز دقت در بیان نتایج اندازه‌گیری است. کلیه عوامل نامبرده ما را به این نتیجه می‌رساند که هرچه دقت ابزار اندازه‌گیری بیشتر باشد و هرچه توجه و مهارت مشاهده کننده افزایش یابد و بیان نتیجه مشاهدات او صحیح تر و علمی تر باشد، به مقدار واقعی یک کمیت نزدیکتر می‌شود، ولی هرگز به آن نمی‌رسد.

برای سهولت محاسبه در اغلب آزمایشها و محاسبات در این کتاب از ذکر خطاهای اندازه‌گیری و حدود دقت ابزارهای آزمایشگاهی صرف نظر می‌شود ولی همواره به یاد داشته باشید که نتایج هر مشاهده علمی، هر چند دقیق باشد، جنبه تقریب را دارد و برای تعیین حدود دقت آن باید آخرین رقم بعد از ممیز را مورد توجه قرار دهید.

تمرین

۱- کوچکترین درجه ترازوی معمولی آزمایشگاه 0.1 گرم است. وزن جسمی را به وسیله این ترازو برابر 235.2 گرم تعیین کرده‌اید. هرگاه بخواهید نتیجه توزین خود را یا دقت بیشتری بیان کنید، چه عددی را گزارش می‌دهید؟

۲- ابزار اندازه‌گیری طول معمولاً "خط کش" است که تا 0.1 سانتیمتر درجه بندی شده است. برای سنجش دقیق تر طول، از ابزاری به نام "کولیس" استفاده می‌شود که معمولاً تا $\frac{1}{100}$ سانتیمتر دقت دارد. سنجش ضخامت و قطر اجسام نیز به وسیله ابزار دیگری به نام "ریزسنج" یا "میکرومتر" انجام می‌گیرد که دقت آن به 0.001 سانتیمتر می‌رسد.

هرگاه طول یک جسم به وسیله کولیس 12.65 سانتیمتر و ضخامت ورقه نازکی از یک فلز

به وسیله ریز سنج ۵/۵۱۴ سانتیمتر گزارش داده شود، این کمیتها را چگونه با دقت بیشتری بیان می کنید؟

۳- برای حرارت دادن در حدود ۱۵۵ میلی-لیتر از یک مایع ناشناخته، بهتر است که از کدامیک از ظرفهای زیر استفاده کنیم، چرا؟

الف- لوله آزمایش . ب- بشر

ج- ظرف مخروطی (ارلن) د- کپسول چینی

۴- برای برداشتن یک سانتی متر مکعب مایعی که دارای بخارات سمی است، بهتر است که از کدام وسیله زیر استفاده بشود؟ چرا؟

الف- بورت ب- پیپت

پ- قطره چکان مدرج ت- استوانه مدرج

۵- برای حرارت دادن یک مایع در لوله آزمایش، نکات زیر را رعایت می کنیم. در هر مورد علت را توضیح دهید.

۱- لوله را از نوع شیشه نشکن (پیپرکس) می گیریم.

۲- لوله را از مایع پر نمی کنیم.

۳- لوله را با یک گیره می گیریم.

۴- لوله را کج نگاه می داریم (آن را بطور قائم نمی گیریم).

۵- دهانه لوله را دور از صورت خود و دیگران می گیریم.

۶- همه اطراف لوله را چند لحظه گرم کرده و سپس شعله را زیر لوله می گیریم.

۷- ضمن حرارت دادن، لوله را به ملایمت تکان می دهیم.

۸- در پایان لوله را در جا لوله خشک قرار می دهیم.

۹- هر گاه هنگام ورود به آزمایشگاه، متوجه

بوی گاز سوختنی شوید، چه می کنید؟

اقدامات اولیه و بعدی را بیان کنید.

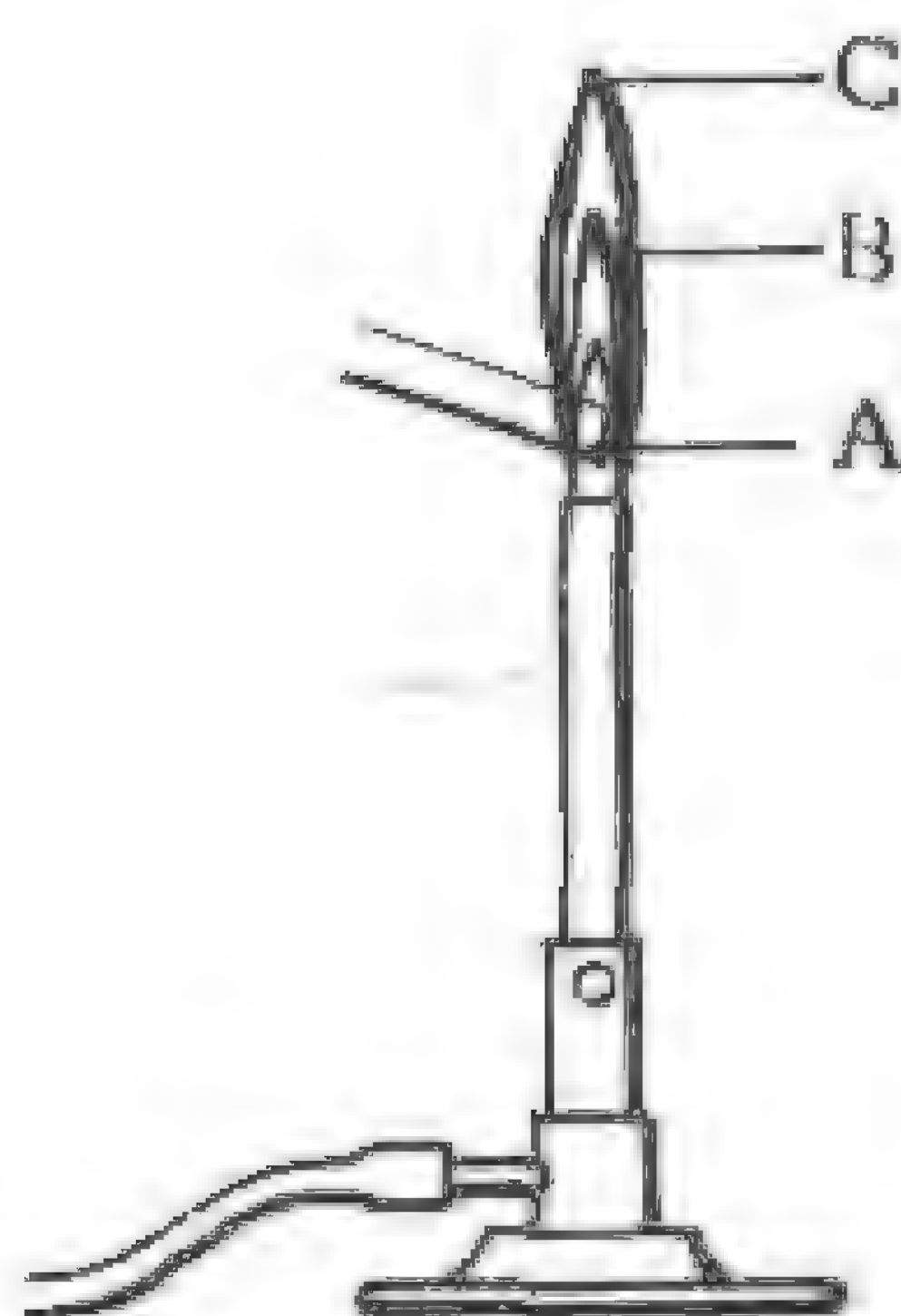
۷- چگونه از یک لوله شیشه ای نازک، یک قطره چکان می سازید؟

۸- با در دست داشتن یک استوانه مدرج و یک ترازو، چگونه می توانید وزن حجمی یک تکه آهن را تعیین کنید؟

۹- با در دست داشتن یک ترازو و یک بشر مدرج چگونه می توانید وزن حجمی تقریبی آب را تعیین کنید؟

فعالیت - یک سر لوله شیشه ای کوتاه و باریکی (به طول تقریبی ۵ سانتیمتر) را در ناحیه A وارد کرده و کبریت افروخته ای را به سر دیگر آن که خارج شعله قرار دارد، نزدیک کنید. چه می بینید؟

یک تکه کاغذ را کنار سر خارجی لوله قرار دهید. آیا می سوزد؟ با توجه به نتیجه این آزمایش آیا می توان گفت که ناحیه A در شعله چراغ، شامل گاز یا بخارات نسوخته است؟ آزمایش را روی نواحی C و B انجام دهند. آیا این دو ناحیه نیز دارای گازهای نسوخته هستند؟



روش علمی و کاربرد آن در شیمی و زندگی

برای برخورد صحیح با مسائل علمی و اجتماعی و طی کردن راه و روش دانشمندان جهت حل آنها از شیوه‌های علمی و منطقی استفاده میشود.

مطابق "روش علمی" هرگاه با یک مشکل یا مسئله‌ای مواجه شویم، ابتدا باید مشاهدات و اطلاعات دقیق و متعددی را درباره آن جمع‌آوری کنیم. آنگاه مشاهدات و اطلاعات به دست آمده را با نظم مناسبی کنار یکدیگر قرار دهیم تا از مقایسه آنها به یک حدس علمی یا فرضیه خام دست یابیم. در پذیرفتن فرضیه و نظام بدست آمده، هرگز اصرار و تعصب نمی‌ورزیم بلکه درصدد خواهیم بود که از صحت آن اطمینان حاصل کنیم. به همین دلیل راه و روشهایی برای امتحان صحت فرضیه جستجو میکنیم. هرگاه فرضیه پیشنهادی از بونه آزمایش گذشت و صحتش ثابت شد، از آن برای رسیدن به داوریهایی قابل اعتماد و یا انجام پیشگوئی‌ها و معلومات‌سازی استفاده می‌کنیم.

مجموعه مراحل فوق که در برخورد با قضایای علمی، اجتماعی و غیره به کار می‌رود "روش علمی" نام دارد. در این فصل ابتدا با مراحل روش علمی از راه انجام دادن آزمایشهای ساده و ذکر مثال و داستان آشنا می‌شویم و به اهمیت کاربرد آنها در زندگی پی می‌بریم. آنگاه از آنها به عنوان راه و روش و الگو برای تفکر و تحقیق و پیشگوئی خواص استفاده میکنیم.

در برنامه شیمی ۴ ساله متوسطه مرتباً با

مواردی از کاربرد روش علمی برای تفسیر خواص و پیشنهاد فرضیه‌ها همچنین انجام دادن پیشگوئی‌ها مواجه خواهیم شد. امید است که در این راه، با کسب مهارت در کاربرد روش علمی به مرحله‌ای برسیم، که در برخورد با معماهای زندگی و مسائل اجتماعی نیز قضاوت‌های عجولانه و اقدامات ناسنجیده نکنیم و در هر مورد روشهای منطقی و علمی اندیشمندان را به کار بریم.

۱- مشاهده علمی، نخستین گام در راه روش علمی

همان طوری که در زندگی روزانه می‌بینیم، اشخاص مختلف ممکن است مشاهدات خود را به صورتهای گوناگون تعبیر و تفسیر کنند. به بیان دیگر بسیاری از مردم با مشاهده صحنه یکسان، توصیف و استنباطهای متفاوتی از آن می‌کنند. برای مثال ممکن است صحنه تصادف اتومبیلی به وسیله چند نفر مشاهده شود ولی توصیف و بیان آنان در باره آن صحنه هماهنگ نباشد.

هر چه مشاهده دقیق و به اصطلاح "علمی" باشد، استنباط و تعبیر و تفسیرهای بعدی به حقیقت نزدیکتر میشود. مشاهده علمی، نوعی مشاهده دقیق و خالص است. مشاهده‌ای است از آنچه واقعاً اتفاق افتاده نه آنچه که استنباط میکنیم، یا انتظار آن را داریم. بدیهی است که انجام چنین کاری دشوار است ولی تمرین دقت

۲- مشاهده‌ها و نظامها

می‌دانید که کرمها طعمه خوبی برای ماهیها هستند و کسانی که برای تفریح به ماهیگیری می‌روند، در آبهای جمع شده در گودالها و کنار جویبارها به جستجوی کرم می‌پردازند. برای آنان، وجود آب در زمینهای خیس و مرطوب، به معنی امکان وجود کرم هست. ماهیگیر به خاطر همین "نظام" ساده‌ای که در ذهن خود پرورانده است، دیگر وقت خود را در زمینهای خشک و بی آب تلف نمی‌کند و فقط در نقاطی که احتمال وجود کرم در آن بیشتر است، به جستجو می‌پردازد.

برای دوستان کوچک و خوش نقش و نگار ما، یعنی پرندگان نیز که همواره در جستجوی غذا

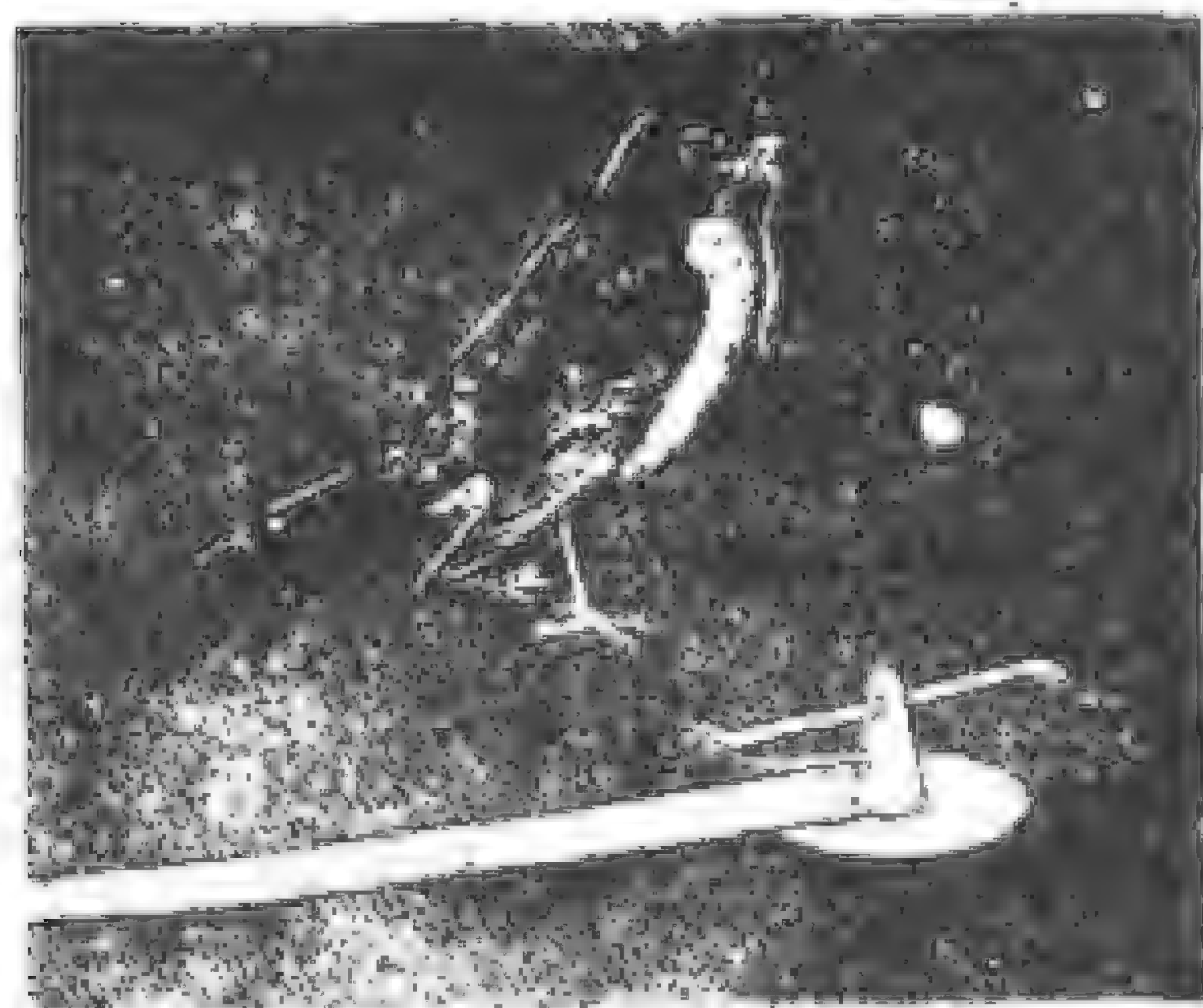
و شکیبایی، ما را در پرورش مهارت در مشاهده علمی و جمع آوری یافته‌های معتبر کمک میکند. چنین یافته‌هایی است که میتواند ما را به پیشنهاد فرضیه‌های صحیح و داوریه‌های رضایت بخش برساند. برای آگاهی از میزان دقت خود در انجام دادن "مشاهده علمی" و خو گرفتن به مشاهده دقیق و خالص، آزمایش‌ظاهرا "ساده" زیر را انجام دهید. خواهید دید که چه نتایج ارزنده‌ای ممکن است از آن گرفته شود.

فعالیت عملی: مشاهده سوختن شمع

یک شمع سالم را انتخاب کرده، روی یک تکه مقوای کوچک بچسبانید و آن را روشن کنید، مشاهدات خود را با دقت در دفترچه آزمایشگاه یادداشت کنید.

برای دست یافتن به برخی از نتایج کمی و دقیق می‌توانید از ابزارهایی مانند خط‌کش استفاده کنید.

در ضمیمه آخر کتاب، مشاهدات یک دانشمند در باره سوختن شمع آورده شده است. پس از پایان آزمایش، یادداشتهای خود را با مشاهدات دانشمند مزبور مقایسه کنید. چون این احتمال وجود دارد که مشاهدات شما نه تنها از لحاظ کمی به مشاهدات علمی و دقیق دانشمند نرسد، بلکه از لحاظ کیفی نیز شامل نقطه ضعفهایی باشد، بجاست که آنها را بررسی کنید. بررسی گروهی این مشاهدات در کلاس و اظهار نظر دبیر شما در باره آنها به کشف نارساییها و پیدایش مهارت بیشتر در انجام دادن مشاهده دقیق کمک میکند.



هستند ، وجود آب در روی زمین نشانه‌ای از وجود کرم هست . به خاطر همین رابطه ساده است که تأمین غذای پرنده آسانتر میشود و زندگی او راحت‌تر می‌گذرد .

شکل صفحه قبل این دو صحنه را نشان میدهد . به نظر شما چه تفاوت مهمی میان جستجوی کرم به وسیله پرنده و جستجوی آن به وسیله انسان وجود دارد ؟

انسان بر خلاف پرنده ، مشاهده خود را آگاهانه و هوشمندانه انجام میدهد . او نه فقط به جستجوی رابطه میان اشیا می‌پردازد و به نظامهایی میرسد ، بلکه در باره علت پیدایش این نظامها نیز می‌اندیشد .

انسان خواه کودک ، خواه بزرگسال با کنجکاوی مشاهده می‌نماید و از مشاهدات خود نتیجه‌گیری میکند .

در کتاب علوم سال سوم دبستان داستانی از فرهاد کنجکاو خوانده‌اید . او می‌خواست درباره منشأ پیدایش کرمهایی که پس از یک باران در گودال کوچکی مشاهده کرده بود ، تحقیق کند . فرهاد برای توجیه مشاهدات خود حدسهای هوشمندانه‌ای زد و برای اثبات درستی حدسهایی که زده بود ، به آزمایش متوسل شد .

برای ماهیگیری نیز ، اندیشیدن در باره علت گردآمدن کرمها در زمینهای خیس و مرطوب جالب است . در این باره او ممکن است از خود بپرسد که " آیا گردآمدن آب در سطح زمین مانع دم زدن کرمهایی است که در زیر خاک هستند ؟ " و " آیا همین عامل باعث کشیده شدن کرمها به سطح زمین میگردد ؟ " برای امتحان درستی فرض خود نیز ممکن است دست به آزمایش بزند . او کرمی را در ظرف آبی می‌اندازد . " مردن کرم

برای او دلیلی به شمار می‌آید . "

با این تحقیق او توانسته است که یکی از خصوصیات کرمها را که دم زدن باشد ، بررسی کند . در این مورد ممکن است سوالات پیچیده‌تری برای او مطرح شود . ممکن است از خود بپرسد " چه مقدار آب لازم است تا کرم را به سطح زمین بکشاند ؟ " " چرا کرم به هوا نیاز دارد ؟ " " چگونه کرم از هوا استفاده میکند ؟ " . امتیاز انسان بر پرنده در این است که او همواره به دنبال این‌گونه " چه " ، " چرا " و چگونه " هاست .

۳- چگونگی جستجوی نظام و پیشنهاد

فرضیه‌ها

مشاهده اغلب سوالاتی را به دنبال دارد . مهمترین سوالاتی که مطرح میشود این است که : در میان اطلاعات جمع آوری شده چه نظامهایی آشکار میشود ؟ کشف نظام به ما کمک میکند تا مشاهدات خود را منظم و خلاصه کنیم . در بحث قبل ، نظام " وجود آب در گودالهای کوچک سطح زمین ، برای ما نشانه‌ای از وجود کرم بود " هزاران مشاهده انجام شده را خلاصه میکند . به جای آن که هر مشاهده به طور مستقل در نظر گرفته شود ، تعداد زیادی از مشاهدات طبقه‌بندی شده با یکدیگر مقایسه میشوند تا از مجموع آنها نظامهایی کشف گردد .

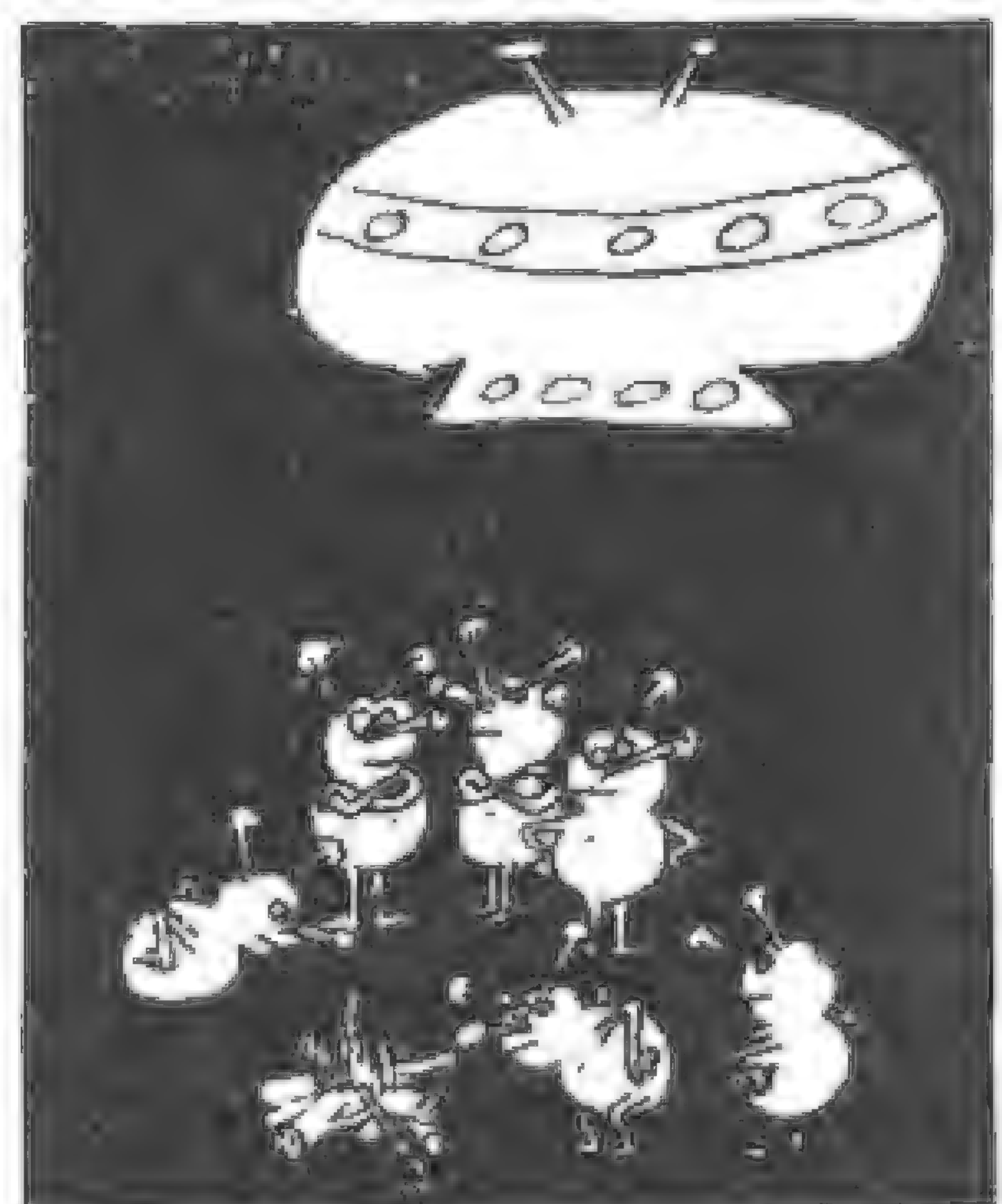
جستجوی نظام معمولاً " جالب است ولی همیشه آسان نیست . در راه هر کشفی ، یک اشتباه کوچک ممکن است ما را به بن بست بکشاند . هر گامی را نمی‌توان پیشروی دانست ولی در عین حال برای پیشروی ، راهی به جز گام برداشتن وجود ندارد . انتظار ما این است که بیشتر گامهای

ما گامی به جلو باشد . بجاست که برای آشنا شدن بخوانید .
با روش درست جستجوی نظام افسانه زیرا را

۱- افسانه موجودهایی از فضای ناشناخته

سالها پیش بشقاب پرنده‌ای به علت نقص فنی در یک جنگل کم درخت ، در یکی از مناطق سردزمین فرود آمد . هیچ کس نمیدانست سرنشینان آن از کدام سیاره بودند . ما هم نمیدانیم ولی برای آسانی بیان ، در این افسانه آنان را مریخی می‌نامیم . مریخیهای مورد بحث ما موجودهای با هوشی بودند ولی به هر حال در محیط جدیدی قرار گرفته بودند و مسلماً " مشکلات تازه‌ای در پیش داشتند . در آن شب تاریکی که موجودهای مریخی ما در زمین فرود آمدند ، هوا بسیار سرد بود . چون موجودهای فضایی در کره‌ای بدون اکسیژن می‌زیستند ، طبیعی است که با آتش به عنوان منبع حرارتی آشنایی نداشتند . آنها به سرعت نگاهی به اطراف انداختند و در فاصله نسبتاً " دوری متوجه موجودهای ناآشنایی شدند که در اطراف درختی که از یک جسم استوانه‌ای شکل تولید میشد گردآمده بودند و سرو صدای عجیبی ایجاد میکردند . موجودهای مریخی تا آنجا که می‌توانستند به گروه نزدیک شدند و با کمال تعجب دریافتند که حرارت زیادی از استوانه‌های درختان تولید میشود . در یک لحظه با خود اندیشیدند که اگر آنها نیز می‌توانستند چنین استوانه‌های درختانی برای خود داشته باشند ، زندگی راحت‌تری پیدا میکردند . اما مشکل این بود که چگونه میتوان چنین استوانه‌های درختانی به وجود آورد ؟ با خود فکر کردند که اگر مخلوقات زمینی بتوانند یک منبع حرارتی درست کنند ، مریخیهای با هوش نیز میتوانند چنین کاری را انجام دهند .

اولین کار آنها این بود که صبر کردند تا زمینها به چادرهای خود رفتند . به سرعت به سوی استوانه‌های درختان پیش رفتند و چند تنه درخت را از سر نسوخته آنها گرفتند و به نقطه‌ای در نزدیکی سفینه فضایی خود بردند . چیزی نگذشت که آنها هم صاحب منبع حرارتی شده بودند . از گرم کردن



۴- از نظامها تا فرضیه‌ها

با گذشت زمان و باتوجه به جدول تنظیمی ، برخورد کردند ولی مطمئن بودند که درآینده نیز میتوانند آنها را بشناسند . در عین حال خیلی خوشحال بودند که دینامیت را نیز به مقدار کم به کار برده‌اند و گرنه خطر بزرگی جان آنها را تهدید میکرد . آنها می دانستند که آزمایش را

خود کاملاً " راضی و خوشحال بودند . با پایان گرفتن شب ، شادی آنها نیز تمام شد . چون کم کم استوانه‌ها ناپدید میشدند . آنها دیده بودند که زمینها انواع گوناگونی از مواد را روی آتش نهاده و آن را شعله ورتر ساخته بودند باخود فکر کردند که چه چیزهایی را میتوانند جانشین استوانه‌های درخشان برای تولید حرارت بنمایند . به جنگل رفتند تا مانند زمینها مواد سوختنی را جمع آوری کنند . تنه درخت کاملاً " به شکل اجسام سوختنی که قبلاً " دیده بودند ، کم یافت میشد و دانش مریخی آنها نیز نمیتوانست در شناخت و جمع آوری اجسام قابل سوختنی یاری کند . بدون آن که ناراحت و نگران شوند ، اندیشیدند که " آزمایش " تنها راه حل مشکل آنهاست . با این فکر انواع گوناگون مواد را جمع آوری کرده و به محل اقامت خود آوردند . برای آن که بتوانند در آینه نیز از اطلاعات خود استفاده کنند ، دفترچه یادداشت خود را بیرون آورند و اسامی مواد جمع آوری شده را در آن یادداشت کردند و در کنار آن نیز قسمتی را برای ثبت نتایج آزمایش در نظر گرفتند . با قرار دادن مقدار کمی از هریک از مواد برروی آتش و مشاهده دقیق ، جدول مواد سوختنی خود را به شرح زیر کامل کردند .

جدول قابلیت سوختن مواد

نتیجه مشاهده	مواد
اگرتر یاخیس نباشد به راحتی می سوزد ، خوب می سوزد ، می سوزد ولی هوارآلوده می کند ، بوی بد آن قابل تحمل نیست ، فاجعه‌است . درآینده از به کاربردن آن خودداری شود . توضیح : (شاید درآینده بتوان برای این ماده کاربرد مناسبی پیدا کرد) نمی سوزند . نمی سوزد ، در اثر گرم شدن می شکند . به خوبی می سوزد ، خیلی زیاد جمع آوری شود .	شاخه درخت چوب نرده حلقه لاستیک دینامیت تکه‌های سنگ گلوله شیشه‌ای تنه درخت

باید با مقدار بسیار کم ماده انجام داد. در هر حال این گونه اجسام نیز حالت‌های خاصی از سوختن را نشان میدادند، دوستان مریخی ما با این اطلاعات فرضیه‌ای ساختند: "اجسام استوانه‌ای میسوزند". بر اساس این فرضیه در آینده آنها میبایست فقط اجسام استوانه‌ای شکل را جمع آوری کنند. در گشت بعدی، با به کار بردن فرضیه خود به عنوان راهنما به جمع آوری اشیای سوختنی پرداختند. در این گشت آنها یک عصای شکسته، یک دسته زاکت تنیس و تعداد زیادی شاخه‌های درخت جمع آوری کردند. همه آنها به راحتی سوختند و مریخیهای تازه وارد از شناخت سریع محیط زمین و کشف برخی اسرار آن به خود می بالیدند، آنها خوشحال بودند که یک در چوبی شکسته، یک جعبه پر از روزنامه کهنه و یک تکه زنجیر را با خود نیاورده‌اند، زیرا معتقد بودند که فقط اجسام استوانه‌ای می‌سوزند، چون فرضیه خود را امتحان شده دیدند، آن را در موارد دیگر نیز به کار بردند و به اصطلاح آن را "تعمیم" دادند. حتماً خواهید گفت که این "تعمیم" به راستی درست نبوده است. ولی به خاطر داشته باشید تعمیمی که آنها داده بودند نظامی را بیان میکند که در مورد واقعیت‌های مشاهده شده صادق است. یک بار دیگر به جدول قابلیت سوختن موادی که تنظیم کرده بودند نگاه کنید اگر از این محدوده خارج نشویم، تعمیم آنها درست بوده است. یک "تعمیم" در محدوده آزمایشهایی که ما را به آن رهنمون شده است، صدق میکند و در موارد مشابه میتوان از آن استفاده کرد.

این بار که برای جمع آوری مواد سوختنی رفتند، سه تکه لوله آهنی، دو بطری خالی نوشابه و یک میله فلزی با خود آوردند. آنها در راه

خود به همان در چوبی شکسته، جعبه پر از روزنامه کهنه و یک جعبه چوبی برخورد کردند ولی چون هیچ کدام از آنها استوانه‌ای شکل نبودند به آنها علاقه‌ای نشان ندادند. در میان حیرت و تعجب فراوان آنها، هیچ یک از این اجسام سوخت و آتش کم‌کم رو به خاموشی گذاشت. به این ترتیب مجبور بودند فرضیه خود را اصلاح کنند. نتیجه - گزیده‌های جدید عبارت بود از:

- ۱- همه اجسام استوانه‌ای نمی‌سوزند.
 - ۲- شاخه و تنه درختان و سایر اجسام استوانه‌ای موجود در جدول میسوزند.
 - ۳- جدول هنوز هم قابل استفاده است.
- در زیر نورو گرمای آفتاب درخشان روز بعد، مریخیهای ناراحت از سرمای شب پیش یک‌بار دیگر صورت اجسام سوختنی و سایر اطلاعات خود را بررسی کردند و فرضیه جدیدی ساختند.
- "اجسام چوبی می‌سوزند".

می بینید که مریخیها در راه صحیح گام بر میداشتند ولی هنوز هم نمی دانستند که روزنامه کهنه نیز قابل سوختن است و میتوانست برای آنها سودمند باشد. به دانش کم مریخیها نخواستید، تصور کنید اگر خود شما را در مریخ رها میکردند، چه میکردید؟ توجه داشته باشید که آنها لااقل "روش علمی" را به کار برده‌اند. به کار بستن روش علمی برای هرکس ضرورت دارد. مانیز باید مانند دانشمندان به دقت مشاهده کنیم و نتایج حاصل را تنظیم نموده، در میان آنها به دنبال نظام بگردیم تا بتوانیم از آنها بهره‌برداری کنیم.

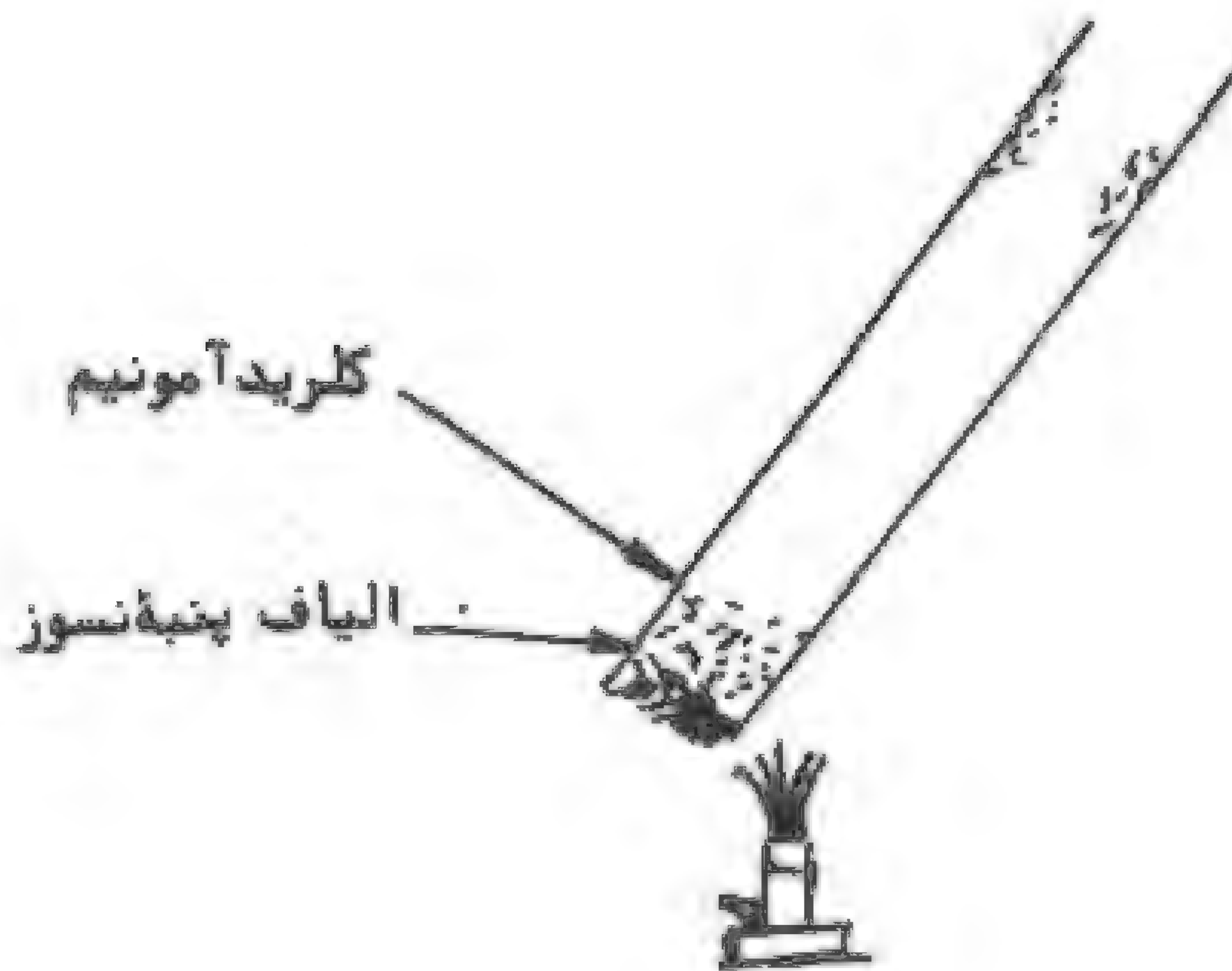
۵- از فرضیه تا تئوری

نظام اولیه پیدا شده، ما را معمولاً به

فرضیه میرساند. فرضیه‌های خوب پس از آزمایش شدن به صورت تئوری در می‌آیند. یک تئوری تا زمانی که خلاف آن ثابت نشده و میتواند جوابگوی پرسشهای ما باشد، مورد قبول است. هرگاه در جستجوی نظام به فرضیه‌های متعددی برسیم آنها را مورد امتحان قرار میدهیم تا آن را که از همه منطقی‌تر و سودمندتر به نظر میرسد انتخاب کنیم. در آزمایشگاه و زندگی روزمره با مسائل گوناگونی روبه‌رو میشویم. در هر مورد به کمک مشاهدات دقیق خود از واقعیتهای موجود به نظامهایی می‌رسیم. برای توجیه این نظامها و انجام پیشگوییها فرضیه‌هایی می‌سازیم. در قبول یا رد این فرضیه‌ها تعصب به خرج نمی‌دهیم. فرضیه‌ای را مورد قبول قرار میدهیم که از بوته آزمایش بگذرد و درستی آن ثابت شود.

۶- کاربرد روش علمی در حل يك مسئله

یک آزمایش تحقیقی - اثر حرارت بر کلرید آمونیم ابزار و مواد مورد نیاز: لوله شیشه‌ای قطور و دیرگداز، لوله آزمایش، گیره لوله، کلرید آمونیم، کلرید آمونیم نمک سفید رنگی است که در تجارت به نشادر معروف است. از لوله شیشه‌ای قطور یک تکه به طول تقریبی ۱۵ سانتیمتر جدا کرده و یک سر آن را با الیاف پنبه نسوز مسدود نماید و در آن به اندازه نصف قاشق چایخوری کلرید آمونیم بریزید. در صورتی که چنین لوله‌ای نداشته باشید از یک لوله آزمایش بلند استفاده کنید. لوله را به وسیله گیره به حالت مایل روی شعله گاز (یا چراغ الکلی) بگیرید و مطابق شکل ابتدا به ملایمت و سپس به مدت ۲ تا سه دقیقه به شدت حرارت دهید.



مشاهدات خود را به دقت یادداشت کنید و لوله را بدون تکان دادن برای تحقیق بعدی نگاه دارید. معمولاً "حرارت چه اثری روی مواد جامد دارد؟ از دوره راهنمایی به یاد دارید که حرارت باعث ایجاد تغییر در مواد میشود. سؤال مهمی که در این مورد مطرح میشود این است که کلرید آمونیم در اثر حرارت دچار چه نوع تغییری میشود؟ پیشنهاد دو فرضیه برای توجیه واقعیتهای مشاهده شده و پاسخ به سؤال فوق: ممکن است برای تفسیر مشاهدات خود در باره حرارت دادن کلرید آمونیم و پیدایش ماده جامد سفید رنگ در بالای لوله یکی از دو فرضیه زیر را پیشنهاد کنید:

الف - فرضیه تغییر شیمیایی: بر اثر حرارت، در کلرید آمونیم نوعی تغییر شیمیایی بوجود آمده که با پیدایش ماده سفید رنگ جدیدی در بالای لوله همراه است.

ب - فرضیه تغییر فیزیکی: حرارت دادن، در کلرید آمونیم تغییر شیمیایی به وجود نیاورده است. این ماده جامد بدون این که ذوب شود مستقیماً "بر اثر حرارت به بخار تبدیل شده و در قسمت بالایی و سرد لوله مجدداً" به حالت جامد درآمده است.

پیشنهاد روشی برای امتحان دوفرضیه فوق -
 شیمیdan اغلب مواد را از راه تجزیه و انجام آزمایش
 بر روی آنها می شناسد. هرگاه او حدس بزند که
 ماده ای کلرید آمونیم است. ممکن است آزمایشهای
 مربوط به تشخیص هر یک از دو جزء کلرید و آمونیم
 را انجام دهد.

در صورتی که فرضیه اول درست باشد،
 آزمایش ثابت خواهد کرد که ماده اولیه در ته
 لوله قرار دارد کلرید آمونیم است ولی ماده جمع
 شده در بالای آن چیز دیگری است. زیرا بر اثر
 یک تغییر شیمیایی، نوع ماده تغییر میکند.

اگر فرضیه دوم درست باشد، تجزیه شیمیایی
 نشان خواهد داد که هم ماده اولیه در ته لوله
 و هم ماده جمع شده در بالای آن کلرید آمونیم
 است.

بنابراین پیشنهاد میشود که ماده جامد
 اولیه در ته لوله و ماده تولید شده در بالای لوله
 را آزمایش کنیم و فرضیه درست را انتخاب کنیم.
 آزمایش تشخیص کلرید آمونیم - ابزار و مواد
 مورد نیاز: لوله آزمایش، محلول نیترات نقره،
 محلول غلیظ سود سوزآور، محلول فنل فتالئین.
 میدانیم کلرید آمونیم ترکیبی است که شامل
 دو جزء کلرید و آمونیم میباشد و میتوان هریک از
 آنها را به روش زیر شناخت.

تشخیص کلرید: در سالهای پیش برای
 شناختن کلرید سدیم (نمک طعام) از محلول نیترات
 نقره استفاده گردید. پیدایش رسوب سفید کلرید نقره
 نشانه وجود کلرید بود. میتوان معادله واکنش
 را به صورت زیر نمایش داد:

— نیترات نقره + نمک طعام (کلرید سدیم)

نیترات سدیم + کلرید نقره

در اینجا نیز برای تشخیص کلرید از همین
 روش استفاده میکنید. اندکی کلرید آمونیم را در
 لوله آزمایش ریخته، بر روی آن آب مقطر بریزید.
 چند قطره محلول نیترات نقره به آن اضافه کنید
 چه تغییری مشاهده میکنید؟ معادله واکنش انجام
 شده را بنویسید.

— نیترات نقره + کلرید آمونیم

نیترات آمونیم + کلرید نقره

تشخیص آمونیم: اندکی کلرید آمونیم را در
 لوله آزمایش ریخته در حدود ۲ سانتیمتر مکعب
 محلول غلیظ سود سوزآور به آن اضافه کنید و
 مخلوط را به ملایمت حرارت دهید آیا با بوی تندی
 که به مشام میرسد آشنا هستید؟

توجه: برای بوییدن هر ماده شیمیایی هرگز
 لوله را به بینی خود نزدیک نکنید، ممکن است
 این کار برای شما خطراتی همراه داشته باشد.
 برای این کار مطابق شکل یا تکان دادن دست
 بخارات ماده را به سوی بینی خود برانید.

گاز آمونیاک خاصیت بازی دارد و کاغذ آغشته
 به محلول فنل فتالئین را ارغوانی میکند. این گاز
 کاغذ تورنسل مرطوب را به چه رنگی در می آورد؟
 با استفاده از این آزمایش کدام فرضیه قبول
 و کدام فرضیه رد میشود.



روش بو کردن

۷- شیمی دانها چه می کنند و چگونه به حل

مسائل زندگی می پردازند؟

در زندگی روزمره به کمتر ماده‌ای برخورد می‌کنیم که دست شیمیدانان در تهیه یا بهبود آن در کار نباشد. آبی که می‌آشامیم، غذایی که می‌خوریم، لباسی که می‌پوشیم، ساختمانی که در آن زندگی می‌کنیم و وسیله‌ای که با آن به سرکارمان می‌رویم، همه و همه به صورتی به کمک علم شیمی در اختیار ما قرار گرفته‌اند. آب آشامیدنی با کلر تصفیه به‌داشتی شده، روغنهای نباتی با روشهای شیمیایی تهیه گردیده، لباس ما به کمک مواد شیمیایی رنگ شده است، تیرآهن، سیمان و رنگهای خانه خود را با کمک شیمیدانان تهیه کرده‌ایم و بالاخره کلیه اجزا و دستگاههای اتومبیل که معمولی‌ترین وسیله نقلیه امروزی است با کمک علم شیمی ساخته شده است. شاید به جا باشد یک روز از صبح تا شب، مواد مورد استفاده خود و همچنین سایر موادی را که در زندگی روزانه به آن برخورد میکنید مورد مطالعه قرار دهید و نقش علم شیمی را در آن پیدا کنید. علاوه بر اینها شیمیدانان شب و روز کار میکنند تا به بهبود زندگی ما کمک کنند. حتماً از تلاش آنان برای کشف داروهای جدید از جمله داروهای معالج سرطان آگاهی دارید. دراین قسمت به بعضی از این مسائل اشاره خواهیم کرد:

مسئله ناهمین پروتئین- یکی از زمینه‌هایی که خیلی مورد توجه علم شیمی است، ناهمین پروتئین مورد نیاز جهان است. گیاهان کارخانه‌های سازنده، موادی بنام آمینو اسیدها هستند که واحد ساختمانی پروتئینها میباشند. ولی نوع و

مقدار پروتئین تهیه شده از گیاهان برای رفع نیازمندیهای انسان کافی نیست. گزارشهایشان میدهد که در حال حاضر در حدود بیست میلیون تن پروتئین برای مصرف سالانه جهانی کمبود داریم. با ازدیاد جمعیت این کمبود زیادتر میشود و شاید تا ربع قرن دیگر به حدود ۶۰ میلیون تن برسد! اینجا است که علم شیمی و روش علمی را به کمک می‌گیریم. در مرحله اول باید دید چه چیزی را می‌خواهیم تهیه کنیم. یعنی باید ابتدا در مورد ساختمان شیمیایی ماده مورد بحث مطالعه کنیم. چنان که گفتیم پروتئینها از آمینواسیدها ساخته میشوند و اینها ترکیبات پیچیده‌ای از کربن، نیتروژن، اکسیژن و نیتروژن هستند. شاید بگوئید در جهان اشکال مختلف کربن فراوان است، نیتروژن و اکسیژن هم که هر دو در آب یافت میشوند و بالاخره نیتروژن هم که در حدود چهار پنجم حجم هوا را تشکیل میدهد. بنابراین نباید مسئله‌ای به نام کمبود پروتئین وجود داشته باشد. ولی مشکل کار به هم پیوستن این مواد ساده و تهیه پروتئین است. میدانیم که میتوان از ترکیب مستقیم نیتروژن و نیتروژن آمونیاک تهیه کرد. ولی بین ساختن ماده‌ای به سادگی آمونیاک و ترکیب پیچیده‌ای چون یک آمینو اسید تفاوت بسیار است. پس چه باید کرد؟ شیمیدانان دراین مورد از زیست‌شناسان کمک می‌گیرند. حال که نمی‌توانیم در آزمایشگاه از مواد ساده پروتئین بسازیم، آیا موجودات ذره‌بینی می‌توانند به ما کمک کنند؟ واقعیت این است که بعضی از باکتریها، مخمرها و قارچها می‌توانند به کمک مواد نفتی پروتئین بسازند. پس مرحله بعدی کار، انتخاب ماده

۱- میدانیست که بعضی از جانوران پروتئین مورد نیاز خود را از منابع گیاهی تأمین میکنند.

نفتی مناسب و مورد علاقه باکتریها و همچنین پیدا کردن نوعی باکتری است که بتواند این کار را انجام دهد. امروزه در بسیاری از کشورهای جهان تحقیقات زیادی در این مورد در دست انجام است. کشور ما نیز پا به پای سایر کشورها، در این راه تلاش می‌کند تا شاید بتواند به این وسیله نیز به بشریت خدمت کند.

سؤال مهم این است که چرا مواد نفتی را به عنوان ماده اولیه تهیه پروتئین انتخاب کرده‌ایم. مواد نفتی ترکیباتی از کربن و هیدروژن (تیدروکربن) هستند و چنان که گفته شد بعضی از موجودات ذره‌بینی می‌توانند از آنها برای تهیه پروتئین استفاده کنند. از طرف دیگر برخی از ترکیبات موجود در نفت مورد استعمال صنعتی چندانی ندارند. مثلاً "پارافینها را میتوان از این دسته دانست. باکتری انتخاب شده نیز باید بتواند با سرعت زیاد تکثیر پیدا کند، تا بتوان از آن در مقیاس تجارتي پروتئین تهیه کرد پس از آن که ماده نفتی لازم و باکتری مناسب و محیط زندگی مساعد برای آن آماده شد و باکتری رشد کرد، زمان آن می‌رسد که باکتریها را کشته و از پروتئین موجود در آنها استفاده کنیم. امروزه در بعضی از کشورها این کار انجام شده و پروتئین تهیه شده به مصرف خوراک دام می‌رسد. ولی هنوز این مشکل وجود دارد که طعم گوشت حیواناتی که با این پروتئین تغذیه شده‌اند مورد پسند انسان نیست. علاوه بر این مسئله، مسائل فنی دیگری نیز وجود دارد که باید برای آنها راه حلی یافت.

مسئله بحران انرژی و استفاده بهتر از منابع انرژی - میدانید که امروزه، ما از منابع انرژی که مهمترین آن را نفت تشکیل میدهد به طور کامل و صحیح استفاده نمی‌کنیم. به عنوان مثال در

اتومبیل فقط ۱۵ درصد انرژی نفت به صورت مفید مصرف میشود و بقیه به هدر میرود. میزان انرژی مفید در لوکوموتیوهای دیزلی به ۳۰ درصد و در نیروگاههای برق حداکثر به ۴۰ درصد میرسد. آیا درست است که ماده با ارزشی چون نفت را این چنین به هدر دهیم؟ پس راه علاج چیست؟ آیا میشود دستگاهی ساخت که بتواند از ۱۰۰ درصد انرژی استفاده کند؟

میدانید که ساده‌ترین ماده سوختنی تیدروژن است. از ترکیب تیدروژن و اکسیژن انرژی آزاد میشود. اگر این کار را به طریق معمولی انجام دهیم، یعنی تیدروژن را بسوزانیم، نمی‌توانیم از انرژی آن حداکثر استفاده را بکنیم. احتمالاً اطلاع دارید که در سفینه‌های فضایی باتریهایی وجود دارد که در آن انرژی حاصل از ترکیب یک سوخت مانند تیدروژن با اکسیژن مستقیماً به انرژی الکتریکی تبدیل میشود بدون آن که نور یا حرارت قابل ملاحظه‌ای ایجاد شود. آیا میتوان باتریهایی ساخت که در آن انرژی حاصل از ترکیب نفت و اکسیژن مستقیماً به الکتریسیته تبدیل شود؟ اگر چنین دستگاهی ساخته شود، در آن صورت میتوان به آرزوی استفاده از صد درصد انرژی نفت نایل شد.

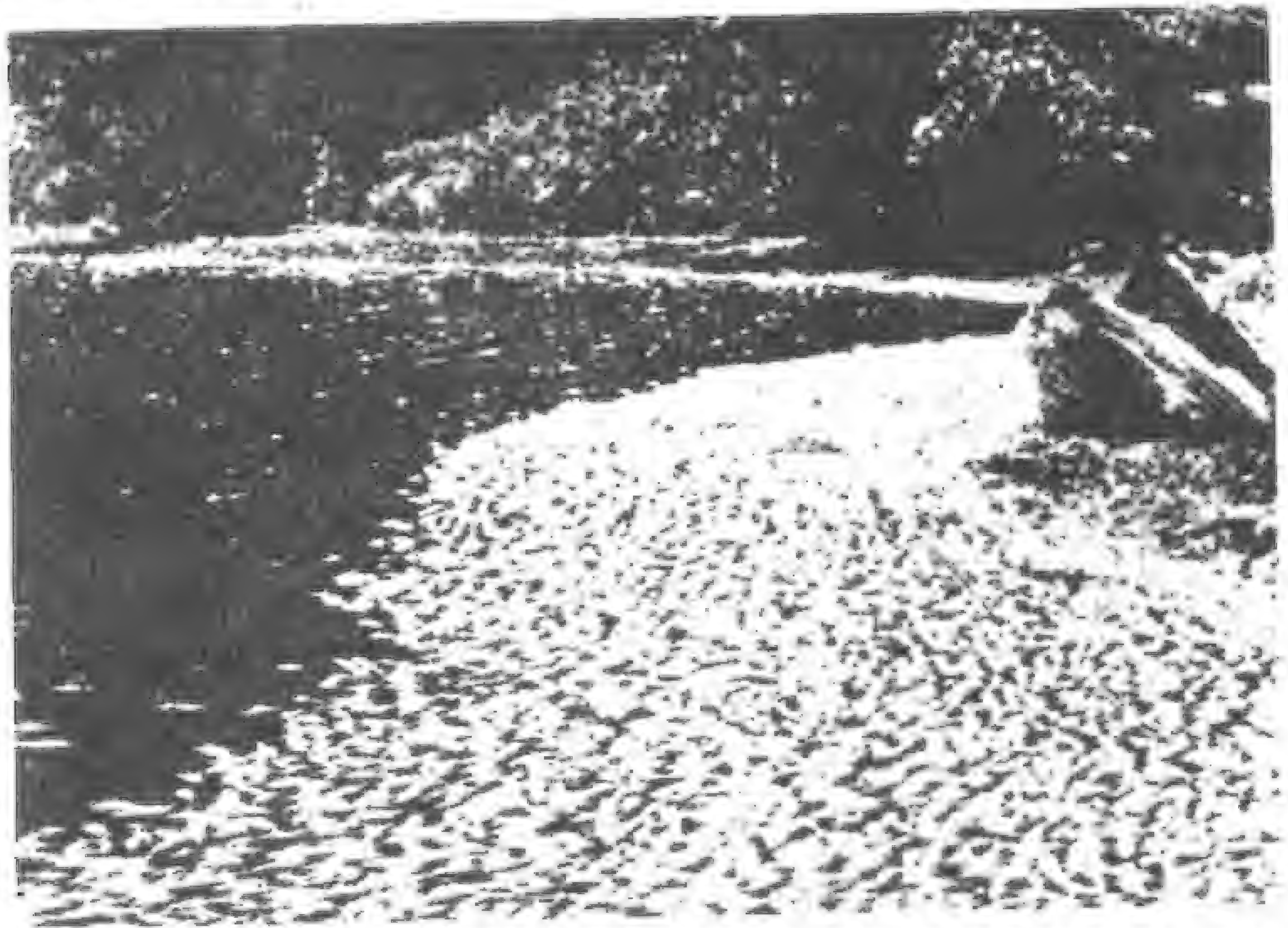
اساس باتریهای نفتی نیز مانند باتریهای معمولی باید باشد با این تفاوت که باتریهای معمولی پس از مدتی از کار می‌افتند، در حالی که باتریهای نفتی تا زمانی که به آنها نفت برسد می‌توانند کار کنند. یکی دیگر از مهمترین مزایای باتریهای نفتی آن است که محیط را آلوده نمیکنند. درحالی که امروزه یکی از مهمترین منابع آلوده کننده محیط، دستگاههای معمولی مصرف کننده مواد نفتی هستند.

مسئله آلودگی محیط زیست - جال که با بعضی از تلاشهای دانشمندان شیمی برای بهبود زندگی بشر آشنا شدید، به جاست به بعضی از اشکالاتی که پیش آمده یا ممکن است پیش آید نیز نگاهی بیندازیم. یکی از مشکلات اساسی امروزی که آن را بیشتر زاییده پیشرفتهای تکنولوژی و فعالیتهای شیمیایی می دانند، آلودگی محیط زیست است.

میتوان منظور از محیط را، آب، هوا، خاک و موجودات زنده دانست. همه این عوامل باید به نحوی خوب و با حداکثر استفاده در اختیار بشر قرار گیرد. این عمل در صورتی امکان پذیر است که بشر نیز از آلوده کردن محیط بپرهیزد، آب و خاک دو منبع اساسی تأمین غذای انسان هستند. گهگاه در روزنامهها می خوانید که فلان منبع آلودگی یا فاضل آب فلان کارخانه باعث مرگ میلیونها ماهی شده است.

آنچه مسلم است، فاضل آب بعضی از کارخانههای صنعتی که دارای مواد شیمیایی هستند باعث آلودگی آب میگردد. راکتورهای اتمی آلودگی گرمایی آب را سبب میشوند. منظور از آلودگی گرمایی آن است که چون این راکتورها برای خنک کردن دستگاهها مقدار قابل توجهی آب مصرف میکنند، به همین علت دمای آب رودخانههای راکه از آن استفاده میکنند بالا میبرند. از آنجا که بعضی از جانداران آبرزی حتی در مقابل کمی اختلاف دما حساس هستند، گرم شدن آب باعث مرگ آنها میگردد. همچنین این راکتورها ممکن است مواد رادیواکتیو در آب وارد کنند.

موادی که برای دفع آفتهای گیاهی مصرف میشوند، گاهی باعث آلودگی آب میگرددند. آلودگی خاک نیز ممکن است منبع شیمیایی داشته باشد. اضافی کودهای شیمیایی، مواد حشره کش، قارچ



مسمومیت و مرگ میلیونها ماهی در مرداب صدر اتریش - تابستان ۱۳۵۲

کش و علف‌کش که بر روی گیاهان یا زمین پاشیده میشوند، اغلب از ترکیبات آلی گلردار هستند و نمیتوانند در زمین تجزیه شوند و باعث آلودگی خاک میگردند. مواد پلاستیکی که به صورت زباله در خاک ریخته میشوند چون به وسیله باکتریها تجزیه ناپذیر هستند و آثار آنها در خاک همچنان باقی می ماند آلودگی خاک را سبب میشوند. امروزه به علت آن که بعضی از حشره‌کشا و قارچ‌کشا نظیر د. د. ت و پاراتیون به شدت باعث آلودگی آب و خاک میشوند چند سال است که مصرف آنها ممنوع شده است. کودهای شیمیایی نیز که مصرف آنها روز به روز افزایش می یابد چنانچه به مقدار زیادتر از حد لازم مصرف شوند باعث آلودگی آب و خاک میشوند. بر طبق آمار، مصرف کودهای شیمیایی در ایران در سال ۱۳۴۸ حدود ۴۸۰۰۰ تن و در سال ۱۳۵۱ در حدود ۳۶۰۰۰ تن بوده است.

یکی دیگر از عوامل تشکیل دهنده محیط، هواست که آنهم در اثر بی احتیاطی صنایع به خصوص صنایع شیمیایی در حال آلوده شدن است. یکی از مهمترین عوامل آلوده کننده هوای شهرها، اتومبیلها هستند که با سوزاندن ناقص بنزین و گازوئیل باعث ازدیاد گاز سمی منوکسیدکربن (CO) و همچنین ایجاد اکسیدهای نیتروژن می گردند. همچنین بنزین اتومبیلها اغلب دارای ماده‌ای از ترکیبات سرب^۱ است که برای بهسوزی بنزین به آن اضافه شده است. این ماده هنگام سوختن بنزین باعث پراکنده شدن ذرات جامد و معلق چون اکسید سرب در هوا میشود که هم سمی

است و هم میتواند به صورت ذرات جامد به دستگاه تنفسی آسیب برساند. بسیاری از صنایع از جمله کارخانه‌های سیمان نیز ذرات جامد و معلق در هوا وارد میکنند. کارخانه‌هایی که از سوختهای نفتی یا زغال سنگ استفاده می کنند باعث افزایش گاز دی اکسید گوگرد (SO_2) در هوا میشوند. میدانید این گاز با آب تولید اسید مینماید. در نتیجه زیاد شدن آن در هوا باعث زنگ زدن سریعتر فلزات میشود، نیز ناراحتیهایی برای ششها فراهم مینماید. با آن که گیاهان دی اکسید کربن را مصرف میکنند ولی در عین حال مقدار گاز دی اکسید کربن (CO_2) در جو زمین در قرن بیستم افزایش قابل ملاحظه‌ای داشته است که خود یکی از عوامل برهم زدن تعادل حیاتی در موجودات زنده به شمار می رود.

بطور خلاصه میتوان گفت که پیشرفتهای تکنولوژیکی و استفاده از وسایل و لوازمی که جهت بهبود شرایط زندگی به کار میرود موجب میگردد تا سلامت میلیونها نفر از افراد کره زمین به ویژه در مراکز تجمع و شهرها به طور جدی مورد تهدید قرار گیرد.

نمودار صفحه بعد مقدار اکسیدهای گوگرد موجود در هوای تهران را در سالهای ۱۳۴۰ تا ۱۳۵۲ نشان میدهد^۲.

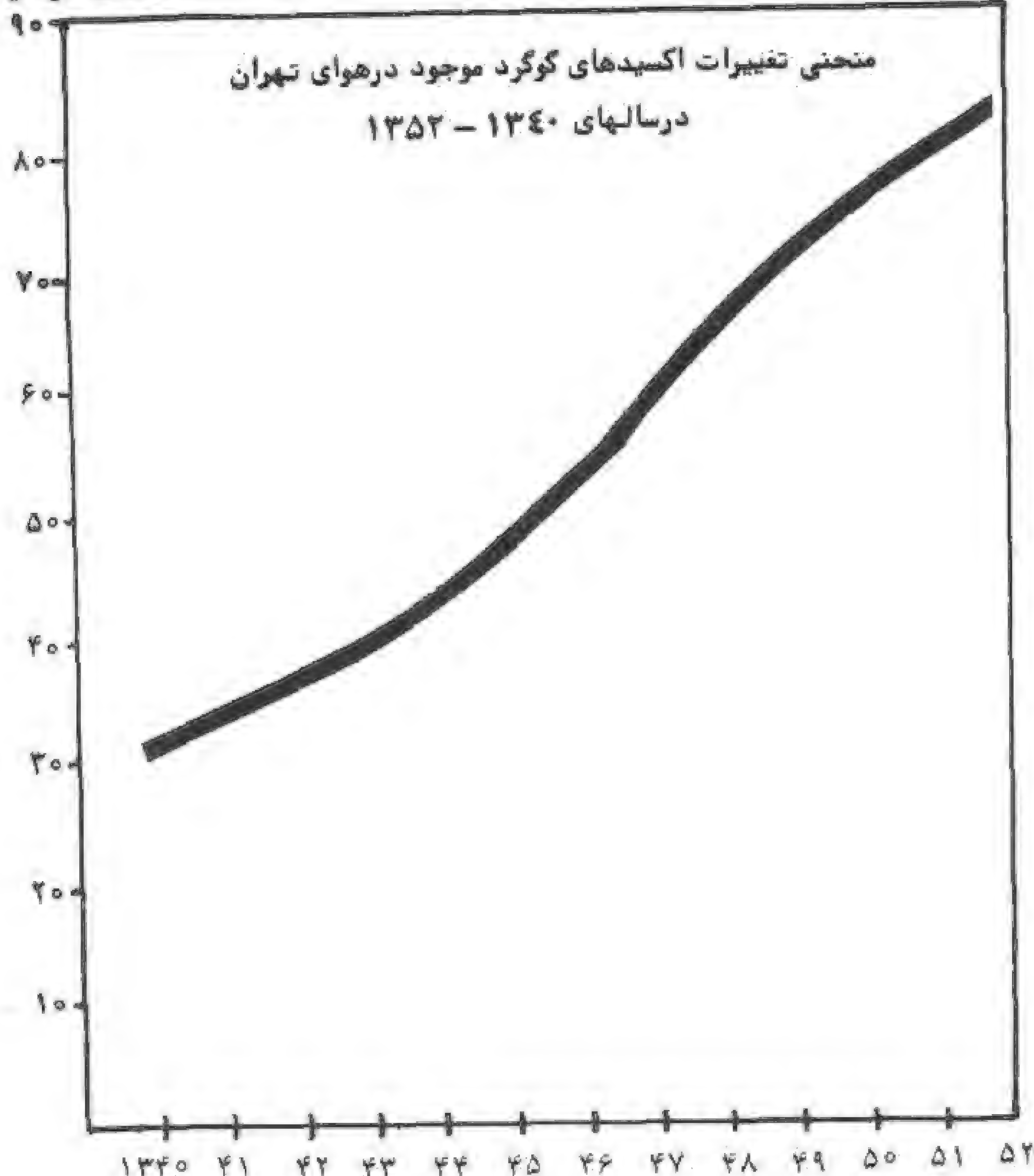
بطور خلاصه مواد و منابع اصلی آلوده کننده هوا را میتوان به شرح زیر خلاصه کرد:

۱- منو اکسید کربن: بطور عمده مربوط به خودروهایی است که مصرف سوخت آنها بنزین میباشد.

۱- این ماده را تترا اتیل سرب می گویند که فرمول آن $Pb(C_2H_5)_4$ است.

۲- از نشریه "تازه‌های نفت" - انتشارات شرکت ملی نفت ایران (۱۳۵۴).

هزارتن در سال



- ۲- دی اکسید گوگرد : بطور عمده مربوط به نفت کوره (نفت سیاه) است که در بعضی صنایع و تاسیسات حرارت مرکزی و تولید نیرو مورد استفاده قرار میگیرد .
 - ۳- اکسیدهای نیتروژن : بطور عمده مربوط به مصرف نفت کوره ، گازوئیل و مقدار کمتری مربوط به مصرف بنزین و نفت سفید است .
 - ۴- تیدروکربنهای سوخته نشده : بطور عمده مربوط به خودروهایی است که بنزین مصرف میکنند .
 - ۵- ذرات ریز معلق : بطور عمده از سوختن نفت کوره حاصل میشود .
 - ۶- اکسیدسرب : در نتیجه مصرف بنزین حاصل میشود .
- تحقیقی در باره آلودگی هوا در شهری بزرگ مانند تهران- نظر به اهمیت آلودگی هوا و تاءثیر

آن در زندگی انسان و نقش شیمیدانان و سایر دانشمندان برای مبارزه با آن و پیدا کردن راه‌های مناسب، به بخشی از پژوهشهایی که در ایران به ویژه، تهران انجام گرفته و میگیرد، اشاره میکنیم^۱.

بدیهی است که تحقیقات کافی برای پی بردن به کیفیت و کمیت آلودگی هوای تهران و سایر شهرهای ایران انجام نشده است. از این رو نمی‌توان دقیقاً "میزان مواد اصلی آلوده کننده و خطرات آنها را تعیین نمود، یا وجود این، اندازه‌گیری‌های که در نقاط و فصول مختلف به وسیله سازمانهای گوناگون انجام شده نشان دهنده بالا بودن مقدار آلوده کننده‌های مختلف مانند گاز دی اکسید گوگرد، منواکسید کربن و ذرات معلق می‌باشد.

برای مثال، آمار شرکت ملی نفت ایران نشان میدهد که مصرف فرآورده‌های نفتی به ویژه نفت کوره، نفت سفید، نفت گاز (گازوئیل) و بنزین در ۱۲ سال (۵۲-۴۰) در تهران کم و بیش از چهار برابر تجاوز کرده است، با توجه به این آمار و آگاهی

از میزان ترکیبات زیان بخش که از مصرف فرآورده‌های فوق حاصل میگردد، میتوان تا حدودی کیفیت هوایی را که در حال حاضر هر تهرانی استنشاق مینماید روشن ساخت. مهمترین آلوده کننده‌های شیمیایی حاصل از سوخت فرآورده‌های نفتی که به طور روز افزونی بر میزان آنها افزوده میشود، در صفحه قبل معرفی شده است. حال بجاست که با دید کمی، برخی از این آلودگیها را بررسی کنیم. در جدول زیر برآوردهای کارشناسان شرکت ملی نفت ایران را در مورد برخی گازهای سمی حاصل از مصرف بنزین و گازوئیل و برآوردی از همان گازهای سمی، در صورتی که به جای سوخته‌های مذکور از گاز طبیعی استفاده میشد، نشان داده شده است. این برآورد در سال ۱۳۵۳ انجام شده است و مقادیر هریک از گازهای سمی را که فقط از بنزین و گازوئیل مصرف شده وارد هوای تهران میشود، بر حسب تن در یک سال نشان میدهد:

نقش شیمی‌دان در حل مسئله آلودگی و برخی مسائل دیگر - در نتیجه آلودگی آب، هوا و خاک، علاوه بر زیان‌هایی که مستقیماً به انسان

نوع ماده آلوده کننده	نوع سوخت		نوع سوخت	
	بنزین	گاز طبیعی	گازوئیل	گاز طبیعی
منواکسید کربن	۲۴۸۰۰۰	۴۴۰۰	۲۷۰۰۰	۲۶۰۰
دی اکسید گوگرد	۱۲۰۰	۱۰۰	۱۱۰۰۰	۱۰۰
اکسیدهای بنزین	۹۴۰۰	۲۵۰۰	۲۴۵۰۰	۱۷۰۰

۱- استفاده از انتشارات شرکت ملی نفت ایران و سازمان ملی حفاظت محیط زیست.

وارد میشود، بسیاری از موجودات زنده، کوچک و مفید در طبیعت از بین رفته و نظام حیاتی طبیعت مختل میشود. راه علاج چیست؟ در این میان شیمیدان وظایف بسیار حساسی به عهده دارد. آیا با کمک علم شیمی نمیشود فاضل آب کارخانه‌ها را تصفیه کرد و سمیت آنها را از بین برد؟ آیا نمیشود کود شیمیایی و مواد دفع آفات جدیدی تهیه کرد که باعث آلودگی محیط نشوند؟ آیا نمیتوان پلاستیکهای بی‌خطری تهیه کرد؟ آیا نمیتوان نوع فرآورده‌های سوختنی را بهتر کرد و از مضرات آن کاست؟ در صفحه‌های قبل دیدید که برای پیدا کردن باکتری مناسب که بتواند از نفت پروتئین بسازد، از زیست شناس کمک میگیریم.

حال بجاست که فیزیکدان را نیز به یاری بطلبیم تا برای ما موتور بهتری را طرح‌ریزی کند که سوخت را کامل مصرف کند و یا بتواند از سوختهای کم ضرری چون گاز طبیعی استفاده کند.

بحران انرژی نیز مسئله روز و بسیار حساس است. انسان با مشکل بسیار بزرگی درگیر شده است. اگر موفق به کشف منابع جدید انرژی یا روشهای بهره‌گیری بهتر از منابع موجود آن نشود، به‌طور قطع تمدن بشری با بحران بزرگی روبه‌رو خواهد بود. در این مورد باید پرسید که آیا امکان ندارد از منابع دیگر انرژی از قبیل انرژی هسته‌ای، انرژی خورشیدی، انرژی آبها (سدها، رودخانه‌ها و آبشارها)، همچنین انرژی جزر و مد دریا استفاده کرد؟ اینها برخی مسئولینهای سنگینی است که به عهده شیمیدانان و سایر دانشمندان فعلی و آینده گذاشته شده است.

پرسش و تمرین

۱- چه تفاوتی میان مشاهده و استنباط وجود دارد؟ عدم توجه به تفاوت میان این دو چه تأثیری بر گزارش دادن وقایع زندگی یا



نمونه‌ای از آلودگی هوا

مشاهدات آزمایشگاهی و نتیجه‌گیریهای بعدی دارد؟

۲- یک فعالیت تحقیقی: داستان یک کشف علمی مهم را بخوانید آن گاه کوشش کنید که فعالیتهای دانشمندی را که به آن کشف رسیده است به مراحل گوناگون روش علمی (مانند مشاهده، جستجوی نظام، استنباط و پیشنهاد فرضیه، ...) تقسیم‌بندی کنید.

۳- صورتی از فعالیتهای یا صنایع محلی شهر خود را که به نحوی از انحا به شیمی مربوط است تنظیم کنید.

۴- چه نوع منابع آلودگی با مواد شیمیایی در محیط زیست شما وجود دارد؟ صورتی از آنها تنظیم کرده و پیشنهادی جهت برطرف کردن هر یک ارائه دهید. در صورت لزوم پاسخ دادن کامل آن را به پایان سال تحصیلی و پس از آشنایی بیشتر با علم شیمی موکول کنید.

۵- بحث تحقیقی: از تلاش کیمیاگران قدیمی درباره تبدیل فلزهای ارزان قیمت به طلا، داستانها شنیده‌اید. چه تفاوت مهمی میان روش کار آنان و کار شیمیدانان امروزی وجود دارد؟
۶- تحصیل در رشته شیمی چه نوع مشاغل و حرفی را ممکن است به دنبال داشته باشد؟

۷- بسیاری از مردم و صاحبان مشاغل به تدریج به اثر زیان‌آور آلودگی محیط زیست بر زندگی خود واقف می‌شوند. مطلب زیر مثالی از یک مسئله آلودگی است که روی درآمد اشخاص اثر می‌گذارد. یک مزرعه گاوداری در حدود ۲۵ کیلومتری یک کارخانه شیمیایی بزرگ قرار گرفته است. آب این مزرعه از تعدادی چاه تأمین می‌شود. پس از چند سال در نتیجه مراقبت بهداشتی و تغذیه خوب، گاوهای فربه و سالمی

در این مزرعه پرورش یافتند که محصول شیر آنها بسیار زیاد بود. پس از مدتی مشاهده شد که فعالیت گاوها کمتر شده و محصول شیر آنها کاهش یافته است. با وجود این که دانستنیهای فعلی شما درباره روش علمی حل مسائل کم است، درصدد تهیه صورتی باشید که در آن کلیه عوامل احتمالی را که باعث پیدایش این مشکل شده است، درج کنید.

۸- یافته‌های زیر از اندازه‌گیری تغییرات حجم مقداری گاز در دماهای مختلف به دست آمده است حجم گاز با سانتی‌متر مکعب و دما با درجه سانتی‌گراد قید شده است.

حجم گاز (سانتیمتر مکعب) دما ($^{\circ}\text{C}$) دما ($^{\circ}\text{K}$)

۳۰۰	۰
۳۵۰	۴۵
۴۰۰	۹۱
۴۵۰	۱۳۶
۵۰۰	۱۸۲
۵۵۰	۲۲۷
۶۰۰	۲۷۳

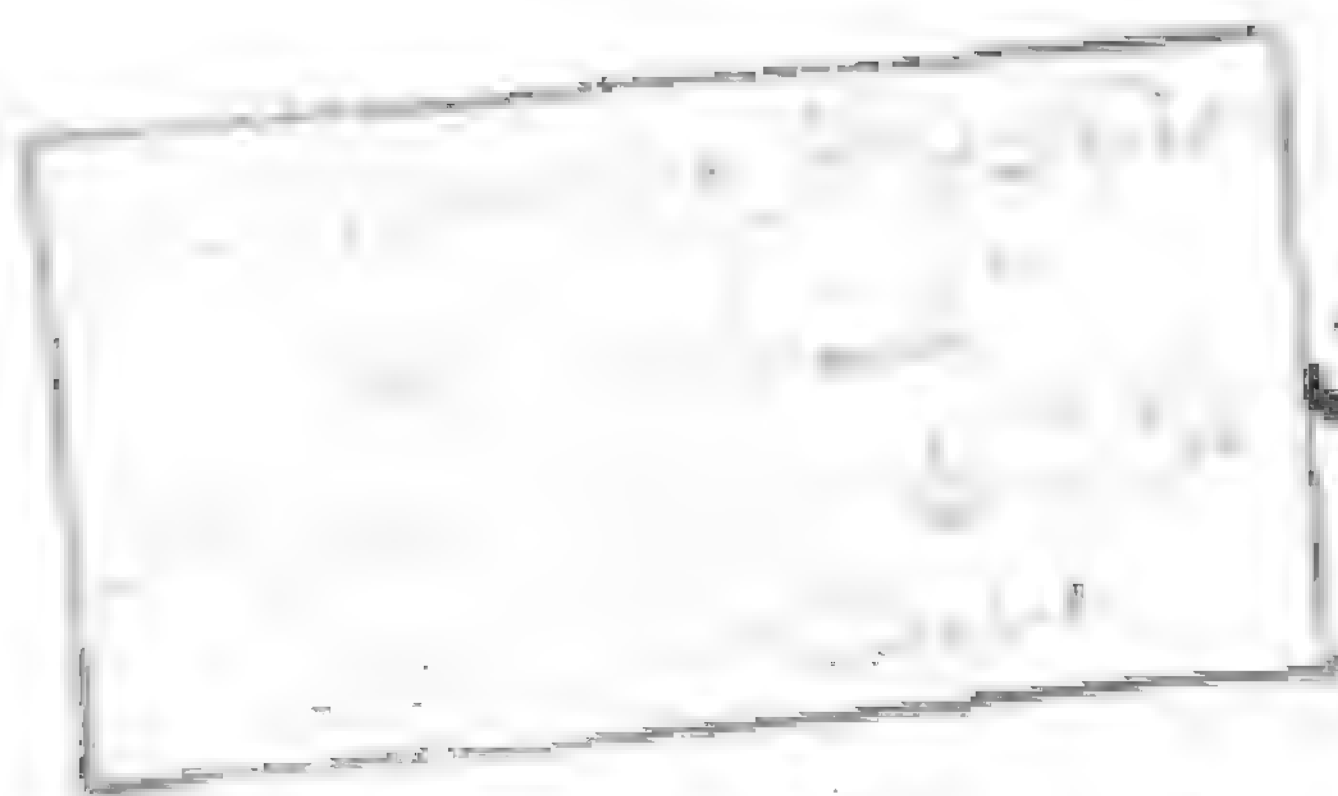
الف - در هر مورد، دما را به درجه کلوین تبدیل کنید (از رابطه $^{\circ}\text{K} = ^{\circ}\text{C} + ۲۷۳$ استفاده کنید) و در ستون سوم قرار دهید.

ب - عبارتی بنویسید که ارتباط میان حجم گاز و دمای آن را نشان دهد (منظور بیان ریاضی نیست).

پ - نمودار رابطه حجم گاز و دمای آن را بر حسب درجه کلوین رسم کنید.

ت - با استفاده از نمودار، حجم گاز را در ۶۰۰ درجه کلوین پیش‌گویی کنید.

ماده و خاصه‌های آن



۱- ماده چیست؟

به محیط اطراف خود نگاه کنید، خود و هر چه در اطراف خود می بینید، چه طبیعت جاندار، چه طبیعت بی جان و تمام آنچه با دست بشر ساخته شده است، اجسامی هستند که از مواد تشکیل یافته اند. میخ و نعل دوجسمی هستند که هر دو از ماده آهن ساخته شده اند، ورقه آلومینیم و ظروف آلومینیمی اجسام گوناگونی هستند که از یک ماده یعنی از آلومینیم ساخته شده اند.

آهن، آلومینیم، مس، آب، قند، اکسیژن، دی اکسید کربن، نشاسته، پروتئین ماده اند.

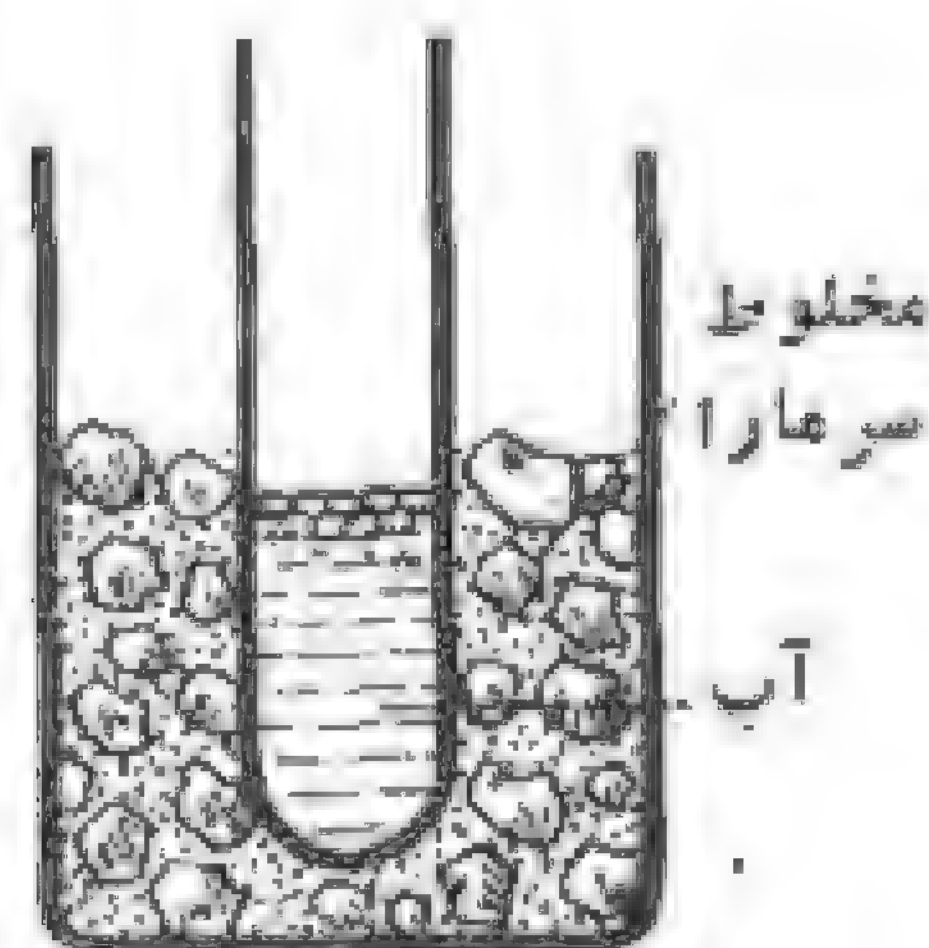
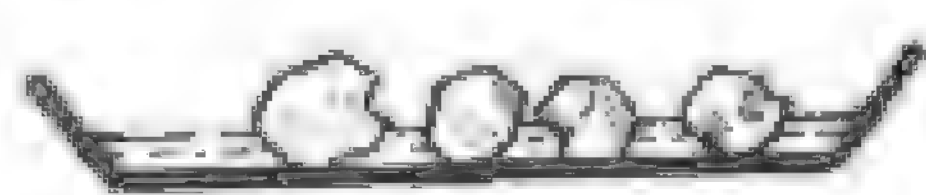
امروزه بیش از دو میلیون ماده شناخته شده است و فهرست آنها هر روز کاملتر می شود. بعضی مواد در طبیعت وجود دارند، برخی نیز مانند کاپرون و نایلون مصنوعاً ساخته می شوند.

۲- خاصه‌های ماده و خاصه‌های جسم

هرگاه دو جسم متفاوت مانند یک کره و یک مکعب فلزی که به ظاهر رنگ و جلای یکسانی دارند، در اختیار شما قرار بگیرد به آسانی می توانید تشخیص دهید که این دو "جسم" در برخی خاصه ها از قبیل شکل، حجم و وزن تفاوت دارند. ولی آیا می توانید راجع به تفاوت یا همانندی "ماده" سازنده آنها نیز به همین آسانی نظر دهید؟ برای تشخیص جنس و ماهیت مواد باید از خاصه‌های دیگری که به وزن و شکل ظاهری بستگی ندارند استفاده کرد.

۳- تغییر حالت ماده

هر ماده بر حسب شرایط می تواند در یکی از

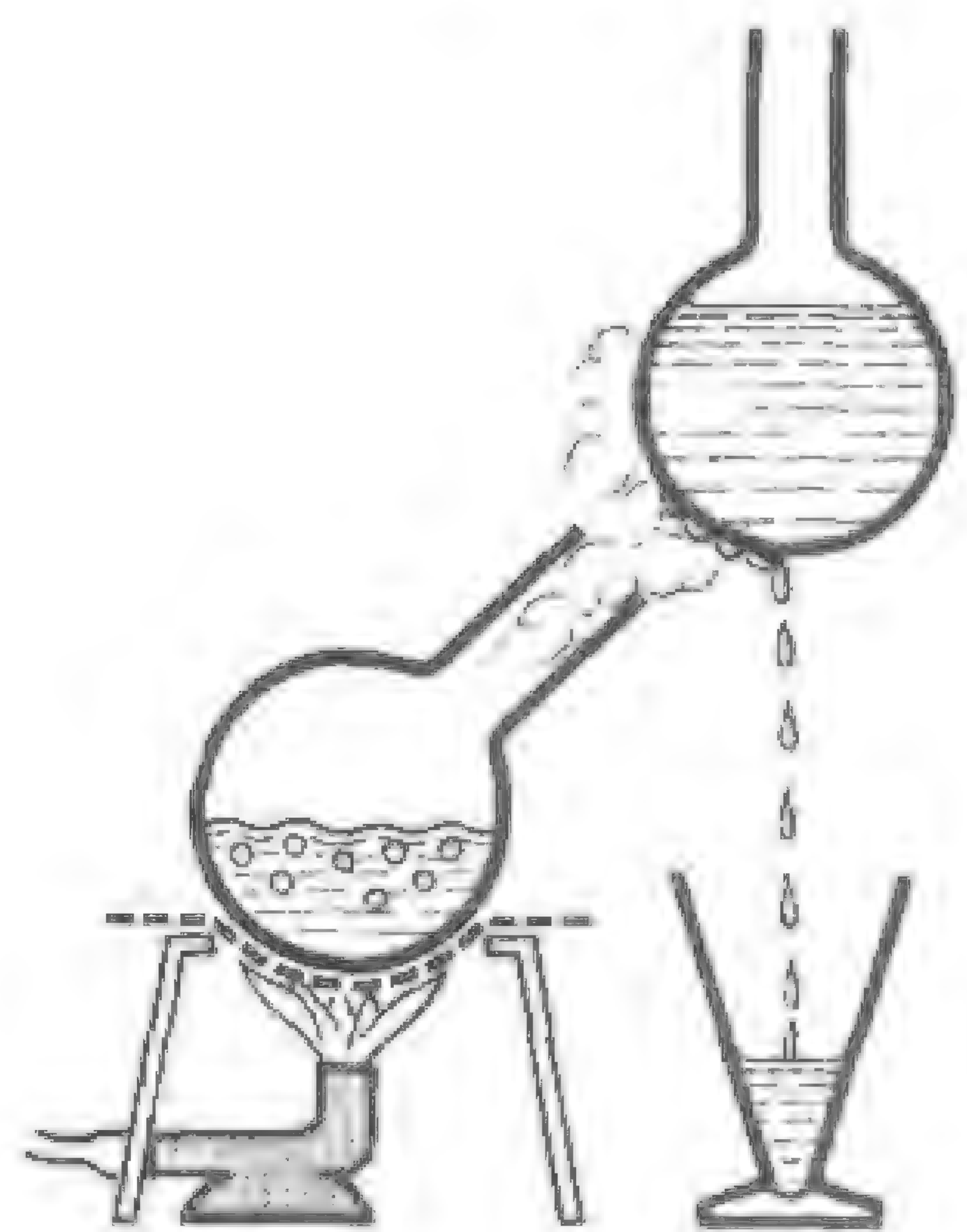


سه حالت جامد، مایع و گازی شکل قرارگیرد. بهترین مثال در این مورد یخ (حالت جامد)، آب (حالت مایع) و بخار آب (حالت گازی) است.

چند تکه یخ را در ظرفی قرار می دهیم، پس از مدتی مشاهده می کنیم که یخ (حالت جامد آب) به آب (حالت مایع) تبدیل می شود. معلوم می شود که آب می تواند از حالت جامد به حالت مایع در آید. این عمل را ذوب می نامند. آب حاصل را در یک لوله آزمایش می ریزیم و آن را درون یک مخلوط سرمازا (یخ و نمک) قرار می دهیم. آب درون لوله آزمایش به یخ تبدیل می شود. یعنی آب از حالت مایع به حالت جامد در می آید. این عمل را انجماد می نامند.

مقداری آب را در بالونی حرارت می دهیم تا به جوش آید. آب (حالت مایع) به بخار آب تبدیل می شود. بخار آب حالت گازی آب است و اگر آزمایش را ادامه دهیم تمام آب به بخار تبدیل می شود. پس آب می تواند از حالت مایع به حالت گازی در آید. این عمل را تبخیر می نامند.

حال اگر بالون دیگری را که در آن آب سرد



ریخته شده است بالای بخار متصاعد شده قرار دهیم. این بخار مایع می شود و قطرات آب جاری می گردد. پس آب می تواند از حالت گازی به حالت مایع در آید. این عمل را میعان می نامند.

تمرین

۱ - مثالهایی از حالت های جامد، مایع، و گازی مواد بیاورید.

۲ - خواص مشترک مواد جامد را نام ببرید.

۳ - چند مایع را نام ببرید و خواص مشترک آنها را بگویید.

۴ - خواص مشترک گازها کدام است؟

۵ - آیا می توان گفت که همیشه جیوه مایع است، فولاد ماده جامد است و اکسیژن گاز است؟

۴- مواد خالص و مخلوط

الف - انجماد آب، ذوب یخ

آزمایش - در یک لوله آزمایش آب مقطر بریزید، یک دماسنج در آن وارد کنید و سپس آن را در مخلوط سرمازا (یخ و نمک) قرار دهید. آب درون لوله آزمایش را با یک میله به هم بزنید تا دما در همه جای آن یکنواخت باشد. چه مشاهده می کنید؟ وقتی که اولین بلور یخ پدیدار شد، دماسنج چه درجه ای را نشان می دهد؟ لوله آزمایش را به حال خود بگذارید تا تمام آب در آن یخ ببندد. آیا در جریان یخ بستن آب، دما تغییر می کند؟

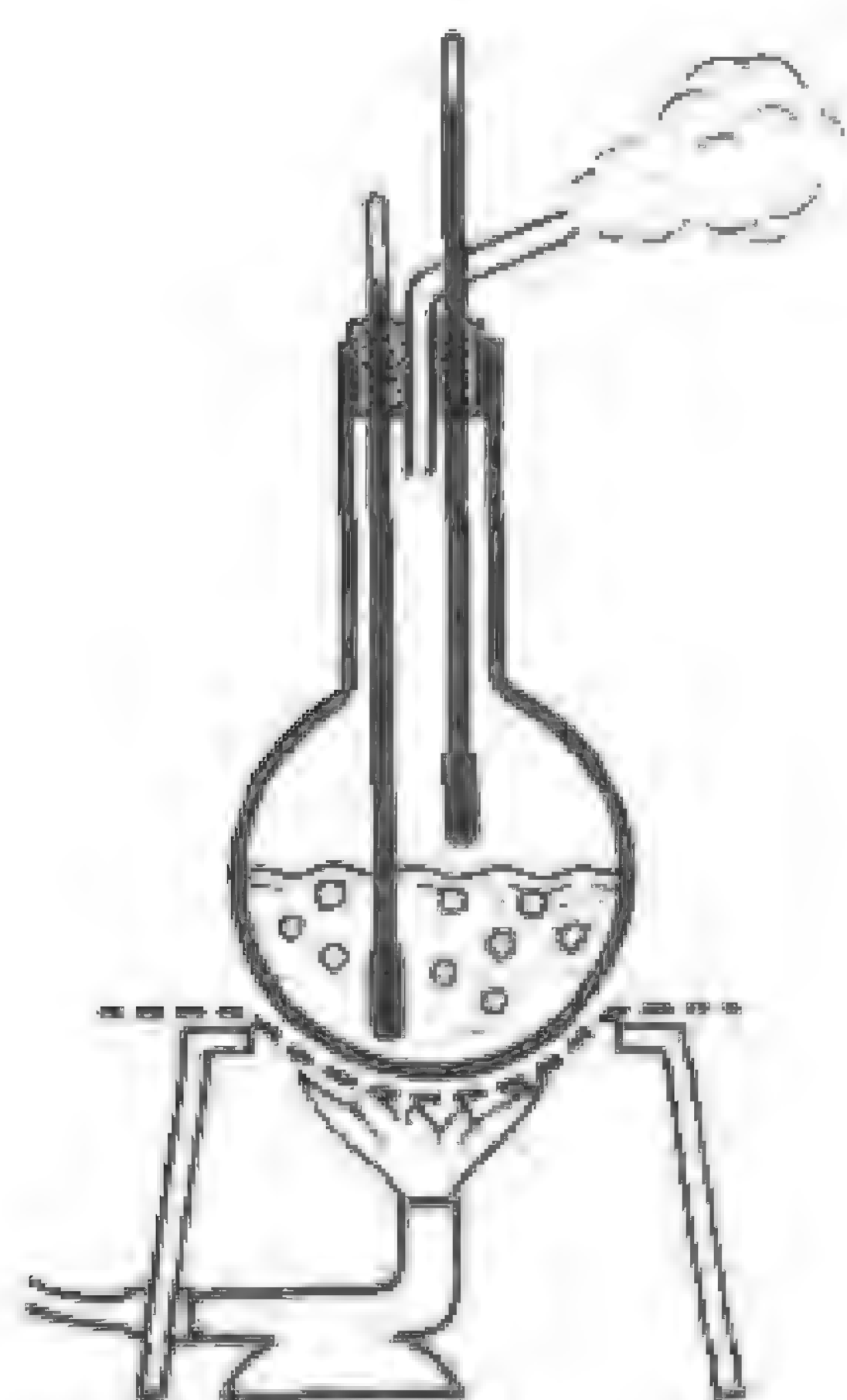
لوله آزمایش را از مخلوط سرمازا خارج کنید. یخ درون لوله آزمایش چه می شود؟ دماسنج در طول مدت ذوب شدن یخ چه درجه ای را نشان می دهد؟

این آزمایش را با مقادیر متفاوت آب تکرار کنید، شکل ظرف را تغییر دهید یا مخلوط سرمازا را

برای موادی که در بالاتر از صد درجه ذوب می‌شوند، از پارافین یا گلیسرین به جای آب استفاده می‌کنند.

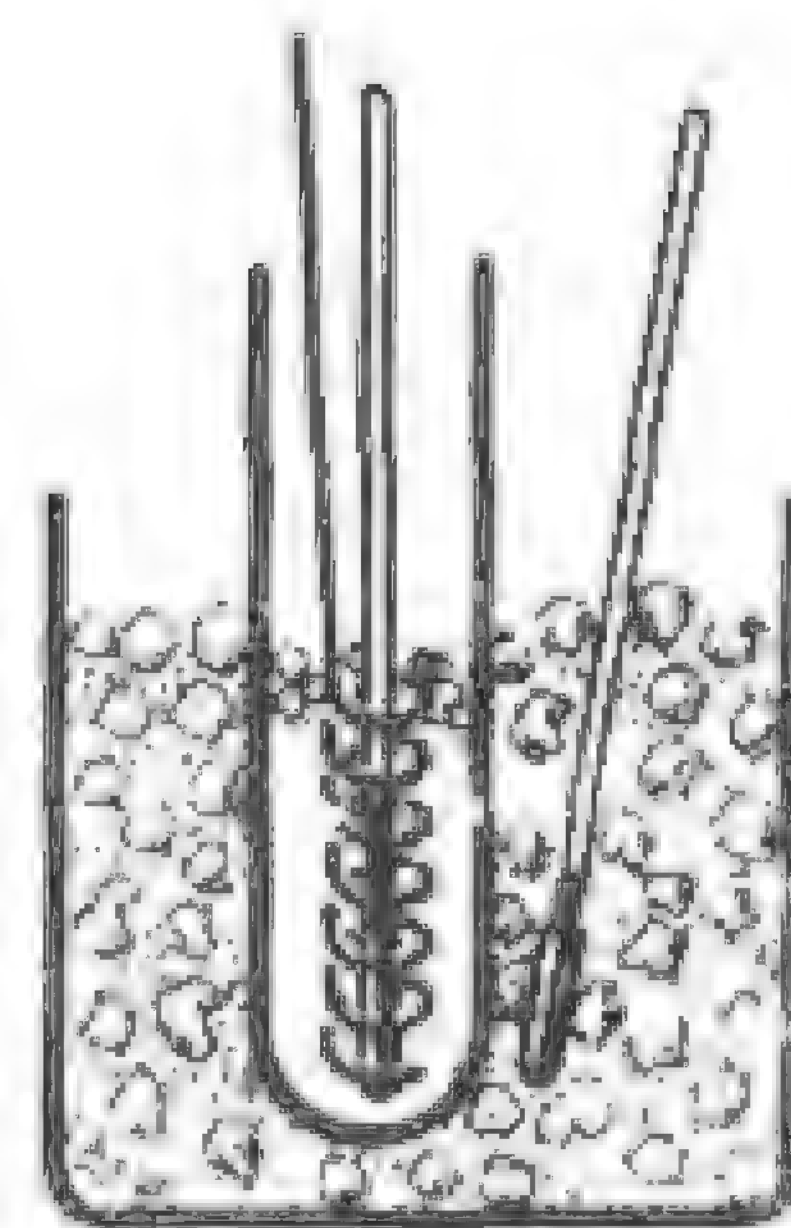
ب - جوشیدن آب مقطر

آزمایش - مقداری آب مقطر را در بالونی بریزید و آن را با یک چوب پنبه سه‌سوراخه ببندید. دو دماسنج در آن قرار دهید به طوری که یکی از آنها داخل آب و دیگری بیرون از آن قرار گیرد. یک لوله شیشه‌ای از سوراخ دیگر وارد بالون کنید تا بخارتولید شده را خارج کند. بالون را گرم کنید تا آب آن به جوش آید. در این موقع دماسنج‌ها چه



درجه‌ای را نشان می‌دهند؟ آیا در تمام مدت جوشیدن آب، دما ثابت می‌ماند؟

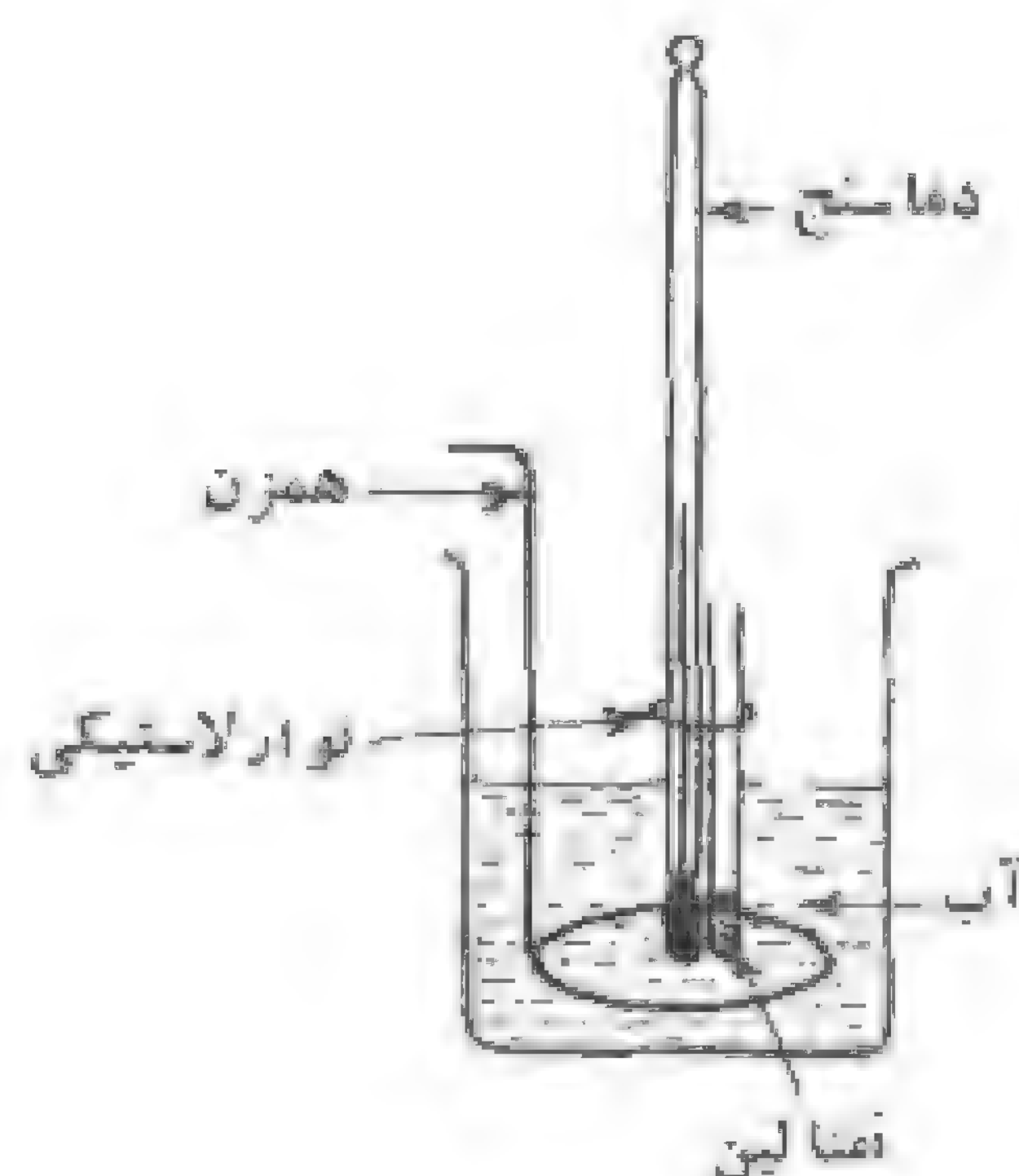
اگر این آزمایش را در روزهای دیگر انجام دهید ممکن است که دماسنج درجه قبلی را نشان ندهد. زیرا دمای جوشیدن آب به فشار بستگی دارد و فشار هوا در روزهای مختلف متفاوت است. همچنین دمای جوشیدن آب در سطح دریا و در بالای کوه یکسان نیست. زیرا در بالای کوه فشار هوا کمتر است و آب زودتر می‌جوشد.



عوض کنید. آیا در نتیجه آزمایش تغییری حاصل می‌شود؟

معمولا دمای انجماد یا ذوب مواد در تمام مدت ذوب یا انجماد ثابت باقی می‌ماند.

معمولا برای اندازه‌گیری نقطه ذوب بسیاری از مواد از لوله‌ای مویینه که یک طرف آن را با قرار دادن روی شعله بسته‌اند، استفاده می‌کنند. مثلاً اگر بخواهند نقطه ذوب نفتالین را پیدا کنند، مقدار کمی از گرد نفتالین را در آن می‌ریزند و ضربه‌های کوچکی به لوله می‌زنند تا گرد نفتالین به قسمت پایین لوله برود. سپس این لوله را به وسیله یک نوار لاستیکی به مخزن دماسنج می‌بندند و مجموعه دماسنج و لوله را در یک ظرف آب قرار می‌دهند. آب را گرم می‌کنند و به وسیله یک همزن آب را به هم می‌زنند. وقتی که ماده جامد شروع به ذوب شدن می‌کند دما را یادداشت می‌کنند.

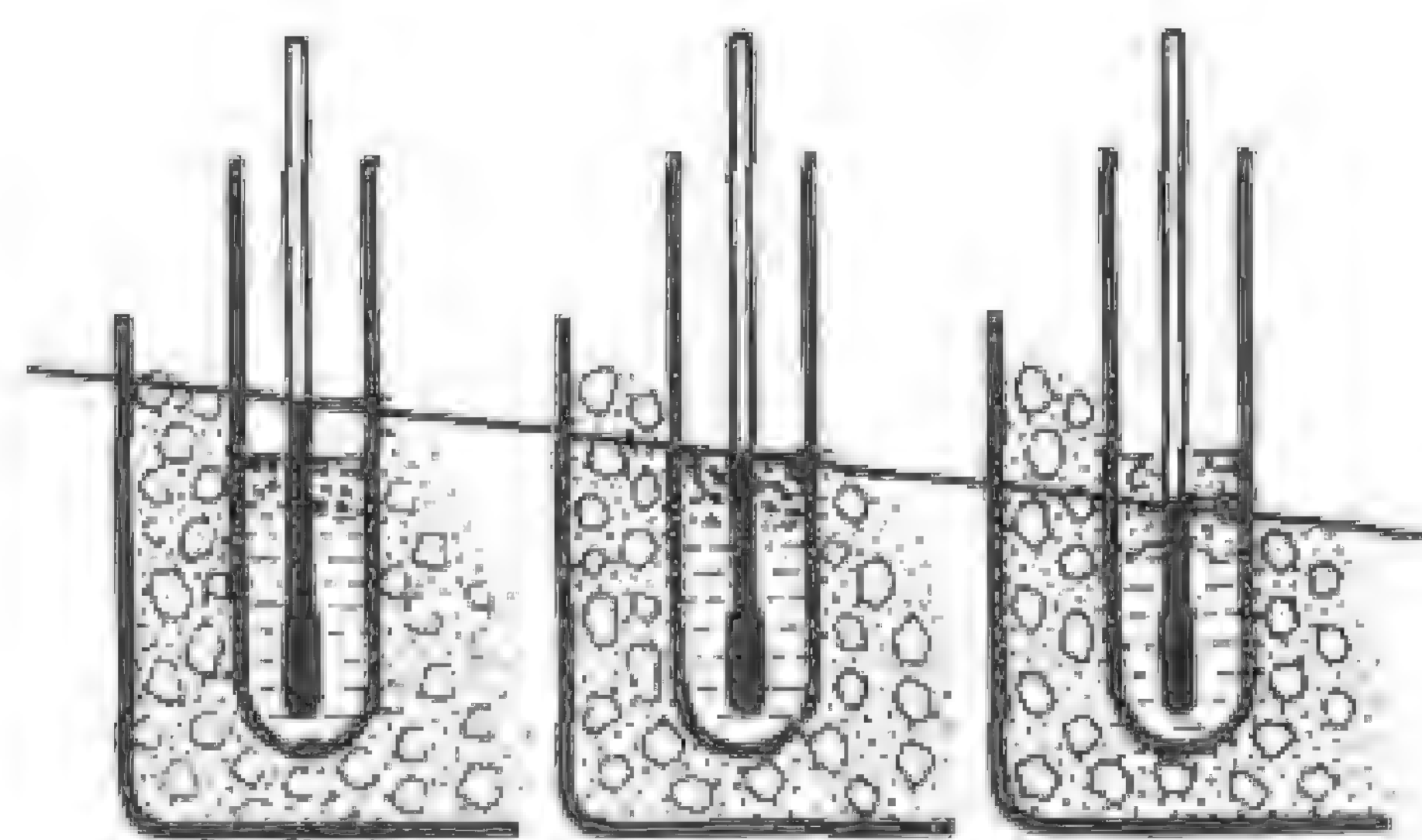
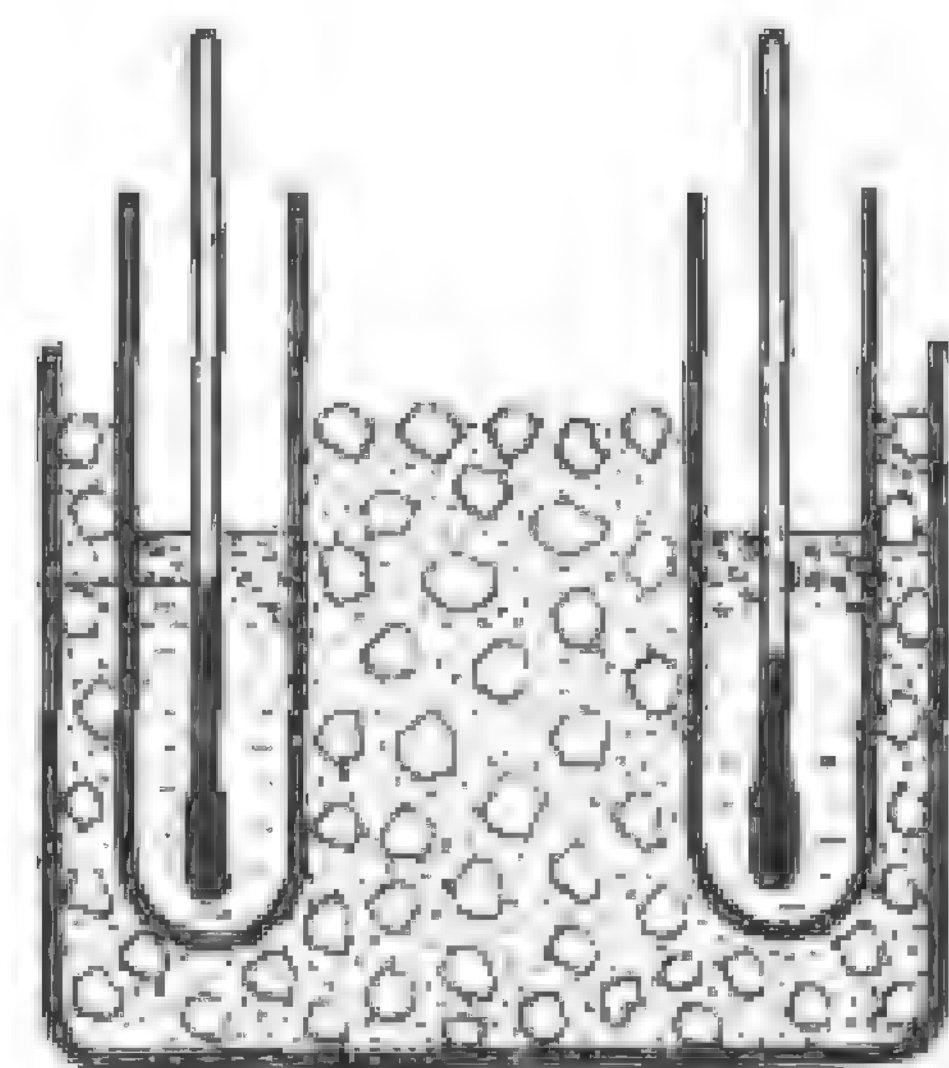


در فشار معین، آب مقطر در دمای معین شروع به جوشیدن می‌کند. اگر فشار ۷۶ سانتیمتر جیوه باشد، نقطه جوشیدن آب 100°C است. در تمام مدت جوشیدن مایع، دما ثابت باقی می‌ماند.

ج - انجماد آب شور

در آزمایشهای قبل دیدید که آب مقطر در دمای ثابتی منجمد می‌شود و در طول مدت انجماد دما ثابت باقی می‌ماند. ولی اگر آب ناخالص باشد چه روی می‌دهد؟ برای پاسخ به این پرسش آزمایش زیر را انجام دهید و ببینید چه روی می‌دهد.

در یک لوله آزمایش آبی که کمی شور است و در لوله آزمایش دیگر آبی که کاملاً شور است بریزید. هر دو لوله آزمایش را در یک مخلوط سرمازا قرار دهید. دمای انجماد آب را در دو لوله یادداشت کنید. دمای انجماد آب در کدام لوله پایین‌تر است؟ آیا دما در طول مدت انجماد ثابت باقی می‌ماند؟



دمای انجماد آب نمک ثابت نیست و شروع انجماد بستگی به مقدار نمک در آب دارد.

از خاصیت پایین آمدن نقطه انجماد، در تهیه مخلوطهای سرمازا و ضدیخ استفاده می‌کنند. مثلاً با مخلوط کردن یخ و نمک طعام می‌توان دما را تا $-21/3^{\circ}\text{C}$ پایین آورد. با استفاده از مخلوط کلرید کلسیم و یخ می‌توان به دمای -40°C رسید. برای جلوگیری از یخ زدن آب رادیاتور اتومبیل در زمستان به آن مایعی بنام ضدیخ اضافه می‌کنند. پرسش: در مناطق سردسیر کشور مانند همدان نسبت ضدیخ به آب را باید بیشتر گرفت یا کمتر؟

د - جوشیدن آب شور

همان‌طور که دیدید، آب خالص در فشار معین در دمای معین شروع به جوشیدن می‌کند و در تمام مدت جوش، دما ثابت باقی می‌ماند. ولی اگر آب خالص نباشد، چه روی می‌دهد؟ با انجام آزمایش زیر می‌توانید به آن پاسخ دهید. در یک بالون آب کمی شور و در بالون دیگر آب خیلی شور بریزید و به آنها حرارت دهید تا آب بجوشد. دمای جوش آب در کدام بالون بالاتر است؟ آیا دما در طول مدت جوش، ثابت باقی می‌ماند؟ دمای جوشیدن آب نمک ثابت نیست و بستگی به مقدار نمک در آب دارد.

بخاری را که از جوشیدن آب شور متصاعد می‌شود، سرد کنید تا به مایع تبدیل شود. آب حاصل را مقطر می‌نامیم. آیا آب مقطر شور است؟ این آب را می‌توان آب خالص دانست؟ چرا؟

آزمایشهایی که در باره انجماد و جوشیدن آب خالص و انجماد و جوشیدن آب نمک انجام دادید به شما کمک می‌کند که فرق بین ماده خالص و مخلوط را نتیجه بگیرید. " از انجماد یا جوشاندن

مخلوطی است از گازهای متفاوت که در آن بیش از همه نیتروژن و اکسیژن یافت می شود، بنابراین کلیه خواص اکسیژن و نیتروژن در هوا محفوظ می ماند.

تمرین

- ۱- سه ماده خالص را نام ببرید که هر یک از آنها نشان دهنده یکی از سه حالت ماده باشد.
- ۲- درباره کلمات زیر به طور مختصر توضیح دهید:

انجماد، جوشیدن، میعان، ذوب.

- ۳- دمای جوشیدن آب خالص در تهران کمتر از 100°C است. علت را توضیح دهید. چه نقاطی را در ایران حدس می زنید که دمای جوشیدن آب در آنجا مساوی 100°C باشد؟

- ۴- گرد کات کبود را با گل گوگرد به هم می زنیم تا یکنواخت گردد. در این صورت گرد سبز رنگی به دست می آید. چگونه ثابت می کنید که گرد حاصل یک مخلوط است؟

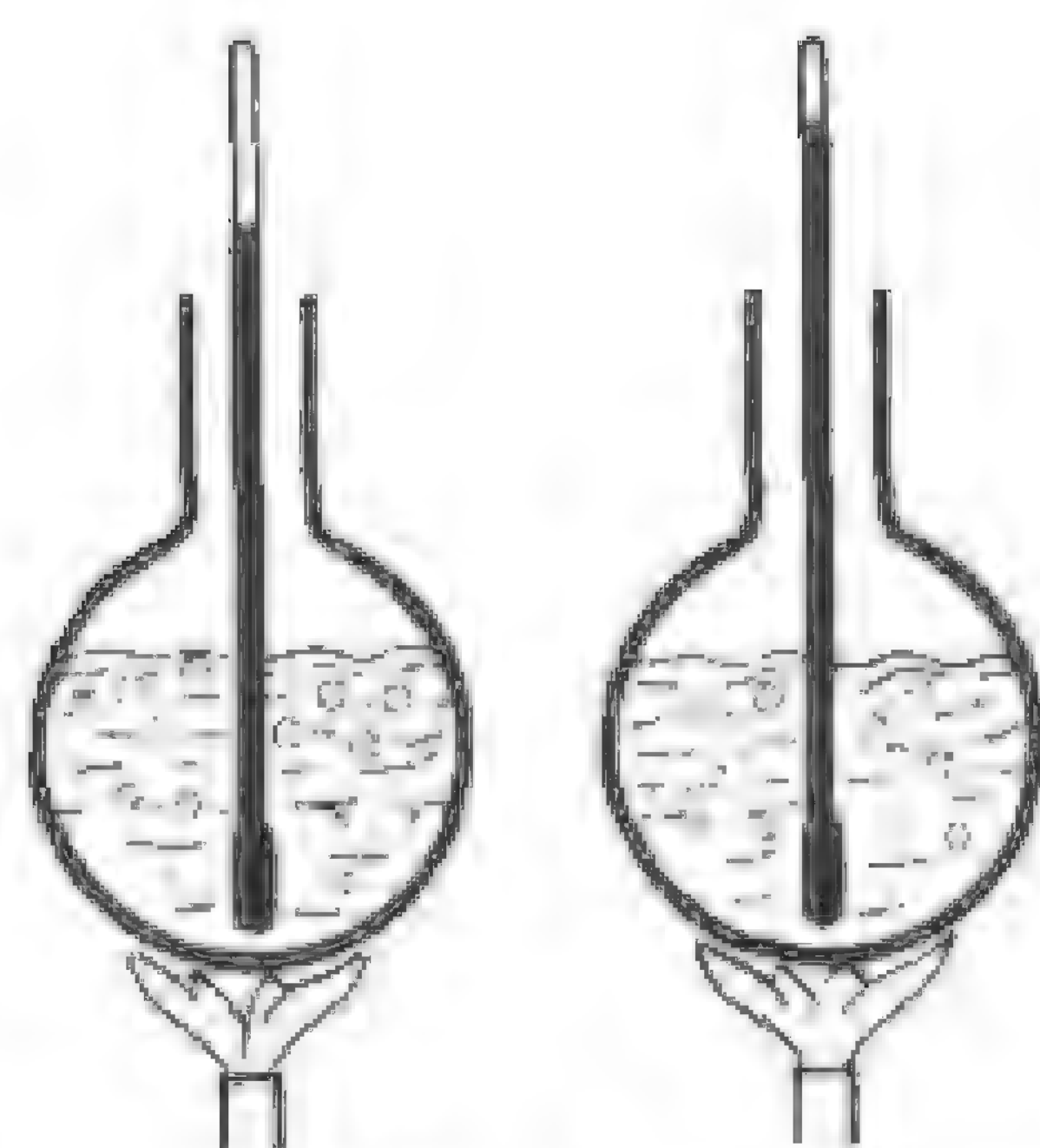
- ۵- آب باران را از هر جا بگیریم خواص یکسان دارد. اما آبی که از رودخانه های مختلف گرفته شده است، خواص کاملاً یکسان ندارد. چرا؟
- ۶- چگونه می توان وجود ماده جامد حل شده را در آب معمولی ثابت کرد؟

- ۷- ماده خالص و مخلوط را از نقطه نظر تئوری مولکولی توضیح دهید.

۶- جدا کردن مواد خالص از مخلوط

مواد خالص به ندرت در طبیعت پیدامی شوند. بنا بر این یکی از کارهای اساسی علم شیمی تهیه مواد خالص از مخلوطهاست.

می دانیم که خواص مواد جداگانه در مخلوط حفظ می شود. با استفاده از این خاصیت می توان

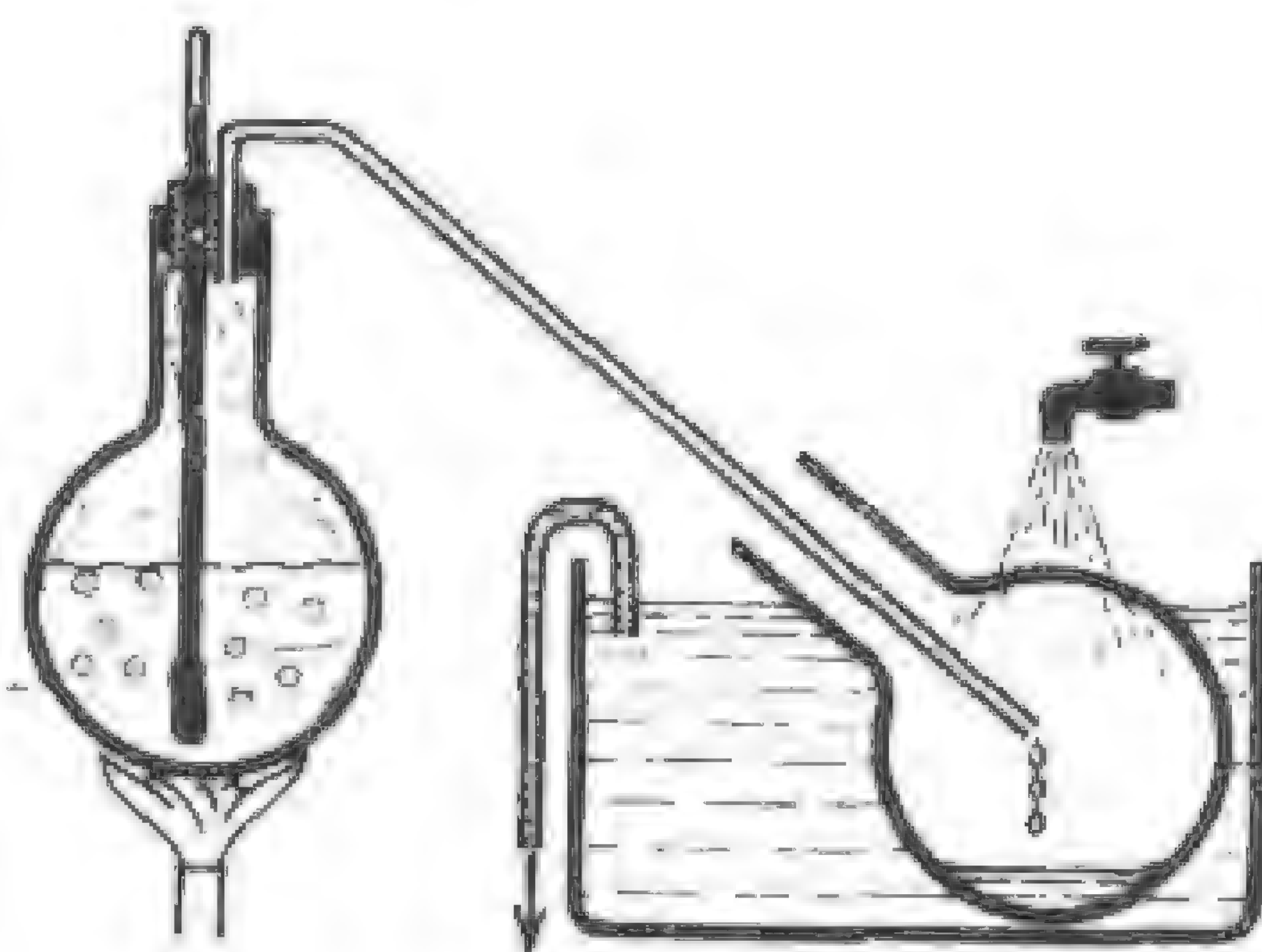


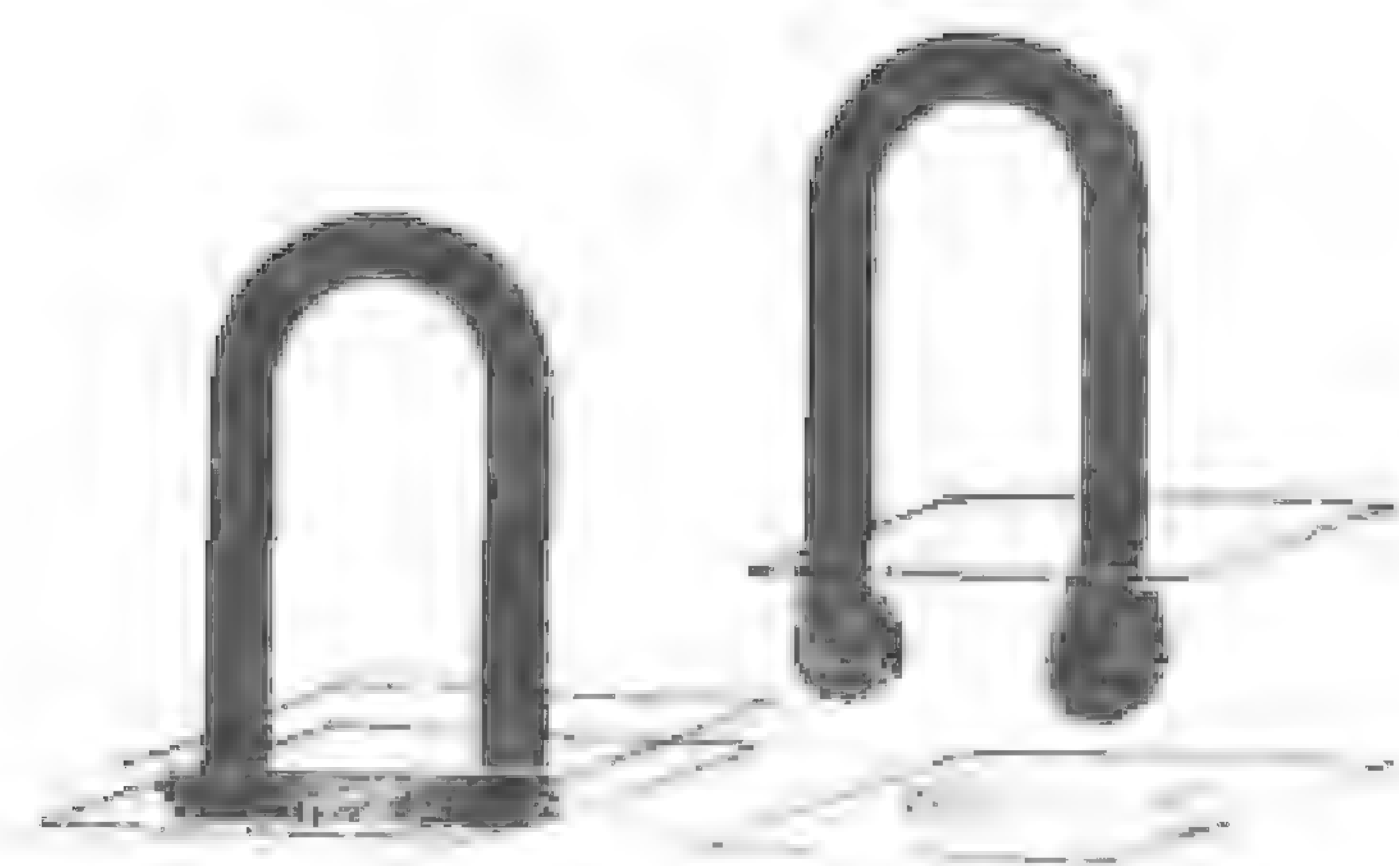
جوشیدن آب نمک غلیظ جوشیدن آب نمک رقیق

ماده خالص نمی توان ماده خالص دیگر به دست آورد.

به علاوه ماده خالص در شرایط معین دارای نقطه انجماد و نقطه جوش ثابت است و در مدت انجماد یا جوشیدن، دمای آن ثابت می ماند. اما از انجماد یا جوشاندن مخلوط، موادی با خواص متفاوت به دست می آید. به علاوه نقطه انجماد یا نقطه جوش ثابت نیست و در تمام مدت انجماد یا جوشیدن دمای آن تغییر می کند.

تفاوت ماده خالص و مخلوط را از نقطه نظر تئوری مولکولی می توان چنین بیان کرد: ماده خالص از مولکولهای یکسان تشکیل شده است، اما مولکولها در مخلوط یکسان نیستند و از انواع مولکولها تشکیل یافته اند. بنابراین خواص اجزای تشکیل دهنده مخلوط حفظ می شود. مثلاً هوا





هر ماده‌ای را از مخلوط آن با سایر مواد جدا کرد.

آزمایش ۱ - چگونه مخلوط آهن و گوگرد را از یکدیگر جدا کنیم؟ مخلوط براده آهن و گوگرد را روی صفحه کاغذ تمیز بریزید، صفحه کاغذ تمیز دیگری را روی آن قرار دهید، سپس یک آهن ربای نعلی شکل به آن نزدیک کنید، چه مشاهده می‌کنید؟ چه نتیجه می‌گیرید؟

آزمایش ۲ - تفکیک مخلوط ماسه و نمک :

شرح این آزمایش به تفصیل بیان می‌شود تا دانش آموزان مراحل تدریجی آن را به دقت طی کنند و مهارت‌هایی کسب نمایند.

"مرحله اول: تفکیک ماسه از مخلوط"

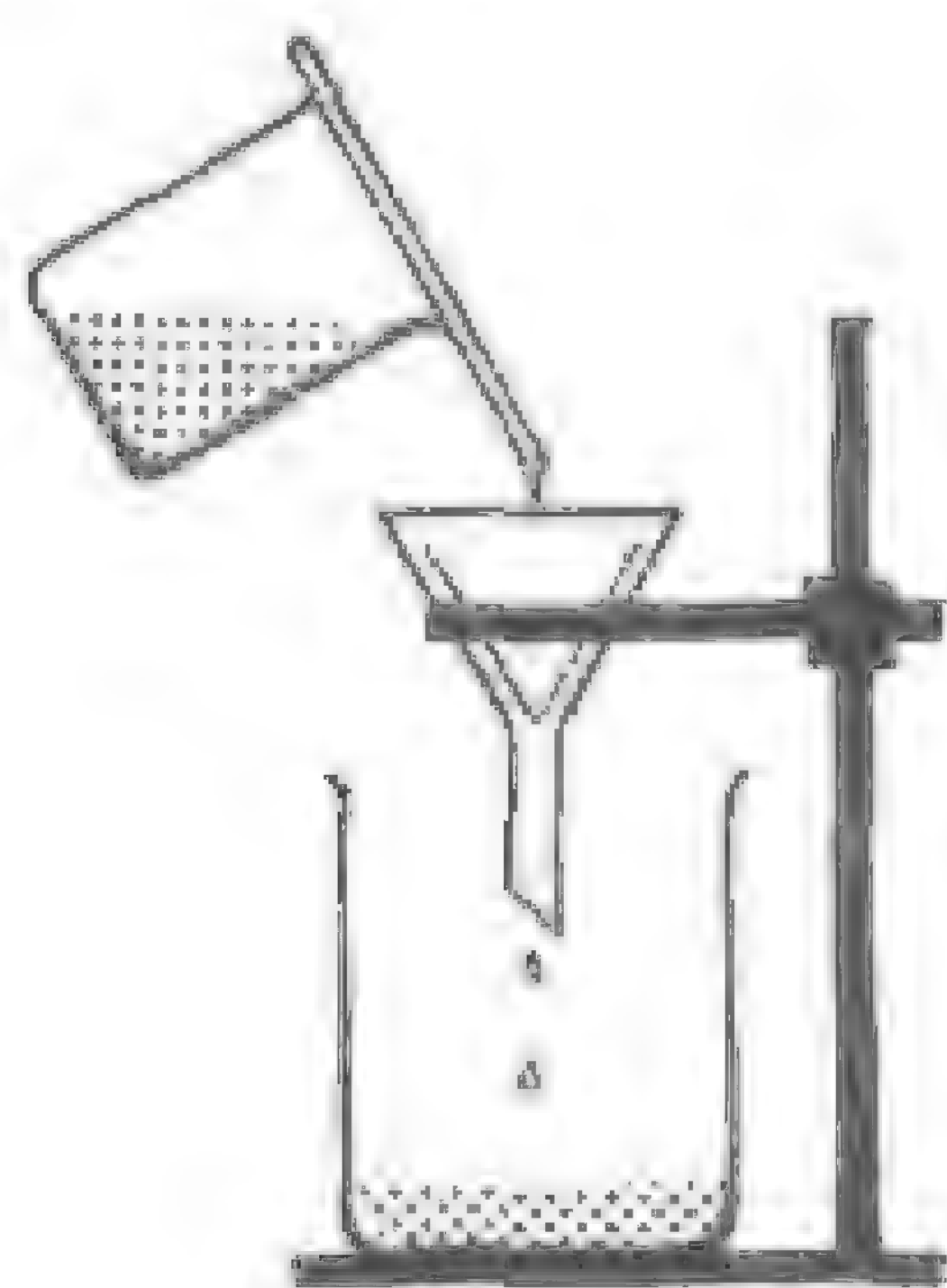
ابزار و مواد مورد نیاز: لوله آزمایش، قیف شیشه‌ای، حلقه یا گیره مناسب برای قیف، کاغذ صافی ۲ عدد، بشر کوچک ۵۰ سانتیمتر مکعب، همزن شیشه‌ای، آب‌فشان محتوی آب مقطر، نمک و ماسه نرم.

در حدود ۵ گرم مخلوط نمک و ماسه تهیه کرده و آن را در بشر بریزید، تا $\frac{1}{4}$ گنجایش ظرف را آب مقطر بریزید و با میله شیشه‌ای برای چند دقیقه هم بزنید (برای هم زدن گاهی می‌توان مخلوط را در لوله آزمایش بزرگی ریخت و دهانه آن را با در لاستیکی بست و به شدت تکان داد.) کاغذ صافی را نا کرده، با چند قطره آب مقطر مرطوب

کنید و طوری درون قیف قرار دهید که کاملاً به دیواره آن بچسبد. مایع موجود در بشر را مجدداً هم زده و مخلوط معلق حاصل را به کمک میله همزن مطابق شکل روی کاغذ صافی بریزید. هرگز مخلوط صاف کردنی را یکمرتبه در قیف نریزید. این کار را به تدریج انجام دهید و در هر نوبت سعی کنید که سطح مایع حداقل یک سانتیمتر پایین تر از لبه کاغذ صافی باشد. چرا؟ در پایان بشر را با اندکی آب مقطر شسته و آب شست و شو را در قیف بریزید. ماسه روی کاغذ صافی را نیز با اندکی آب بشوید. چرا؟ مایع صاف شده را دور نریزید. آن را برای آزمایش بعدی نگاه دارید.

"مرحله دوم: به دست آوردن بلورهای نمک از محلول آب نمک (عمل تبلور)"

ابزار و مواد مورد نیاز: ظرف تبخیر (کپسول چینی یا شیشه‌ای)، حلقه و گیره یا سه پایه، توری، توری نسوز، بشر دهانه آن به اندازه‌ای باشد که ظرف تبخیر روی آن قرار گیرد)، لام میکروسکوپ، میله همزن، ذره بین دستی، آب نمک حاصل از آزمایش قبلی، آب نمک را در ظرف تبخیر بریزید و آن را روی توری قرار دهید و به کمک چراغ گاز گرم کنید، پس از تبخیر نصف آب محلول، ظرف را مطابق

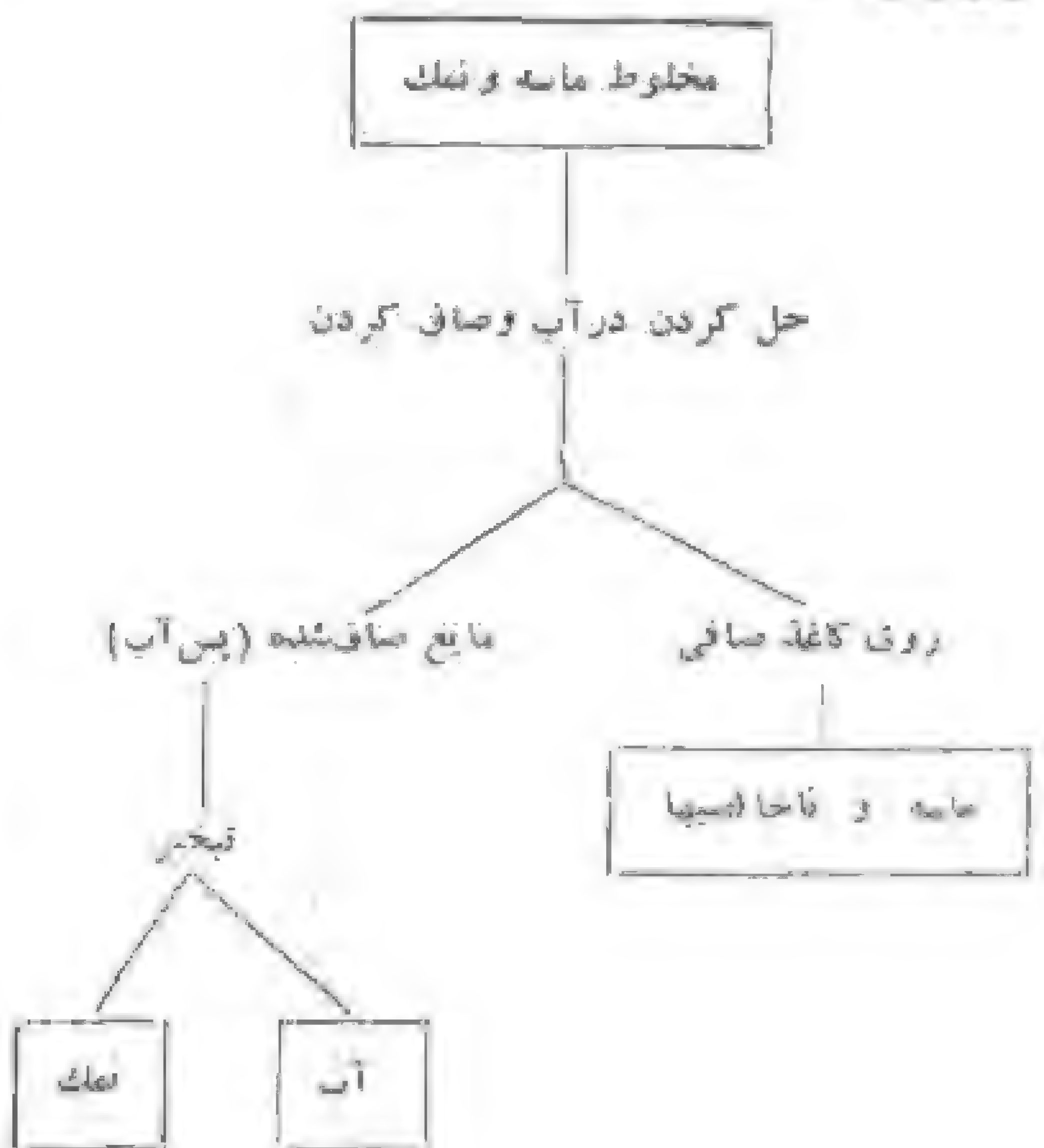


دستگاه صاف کردن

شکل روبرو، روی حمام آبی گرمادهید (حمام آبی، ظرفی است محتوی آب جوشان که ظرف دیگری را به ملایمت گرم می‌کند)، گاه به گاه به کمک همزن یک قطره از محلول را برداشته روی لام میکروسکوپ قرار دهید تا سرد شود، هرگاه بلورهای نمک روی لام دیده شد، حرارت را قطع کنید، ظرف تبخیر را از روی حمام آبی بردارید و بر یک توری پنبه‌نسوز بگذارید تا سرد شود، چه چیزی در ظرف پدید می‌آید؟

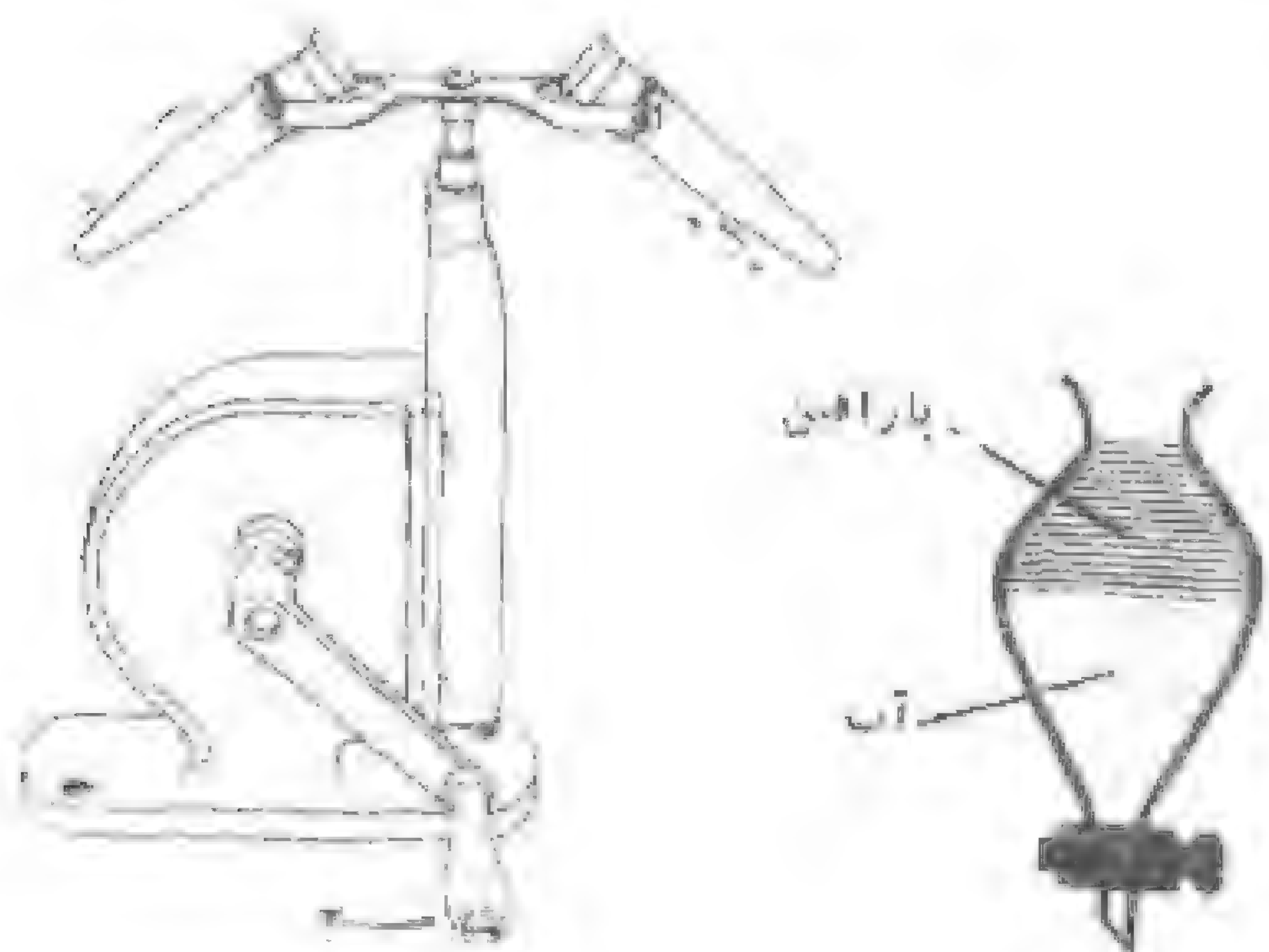
هرگاه مقداری مایع باقی بماند، مخلوط را با کاغذ صافی صاف کنید تا مقدار دیگری ماده جامد روی کاغذ به دست آید، گاهی لازم است که ظرف را بیشتر حرارت دهید تا مایع آن کاملاً تبخیر شود و از ماده جامد جدا گردد.

جدا کردن بلورهای ماده جامد از محلول را "تبلور" می‌نامند، بلورهای به دست آمده را به کمک ذره بین با نمونه‌ای از بلورهای اولیه نمک مقایسه کنید، آیا بلورهای شما کاملاً سفید هستند؟ خلاصه مراحل تفکیک مخلوط ماسه و نمک به قرار زیر است:



حمام آبی برای تبخیر ملایم آب نمک

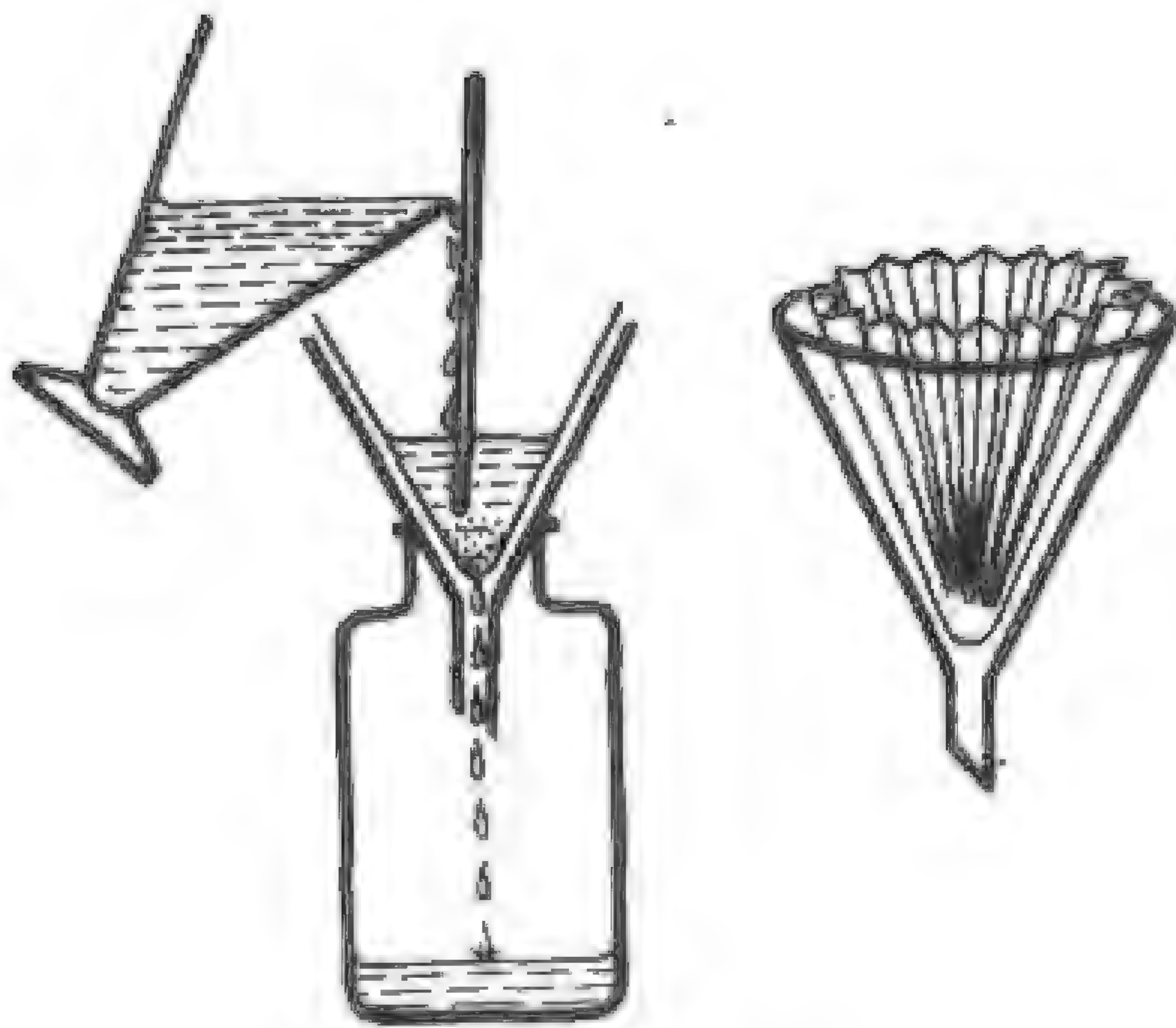
آزمایش ۳ - چگونه دو مایع مخلوط نشدنی را از یکدیگر جدا کنیم؟ مقداری پارافین مایع و آب را در ظرفی بریزید و به هم بزنید، دو مایع درهم حل نمی‌شوند، مخلوط آنها را در قیف جدا کننده



دستگاه مایکریفوز دستی

قیف جدا کننده

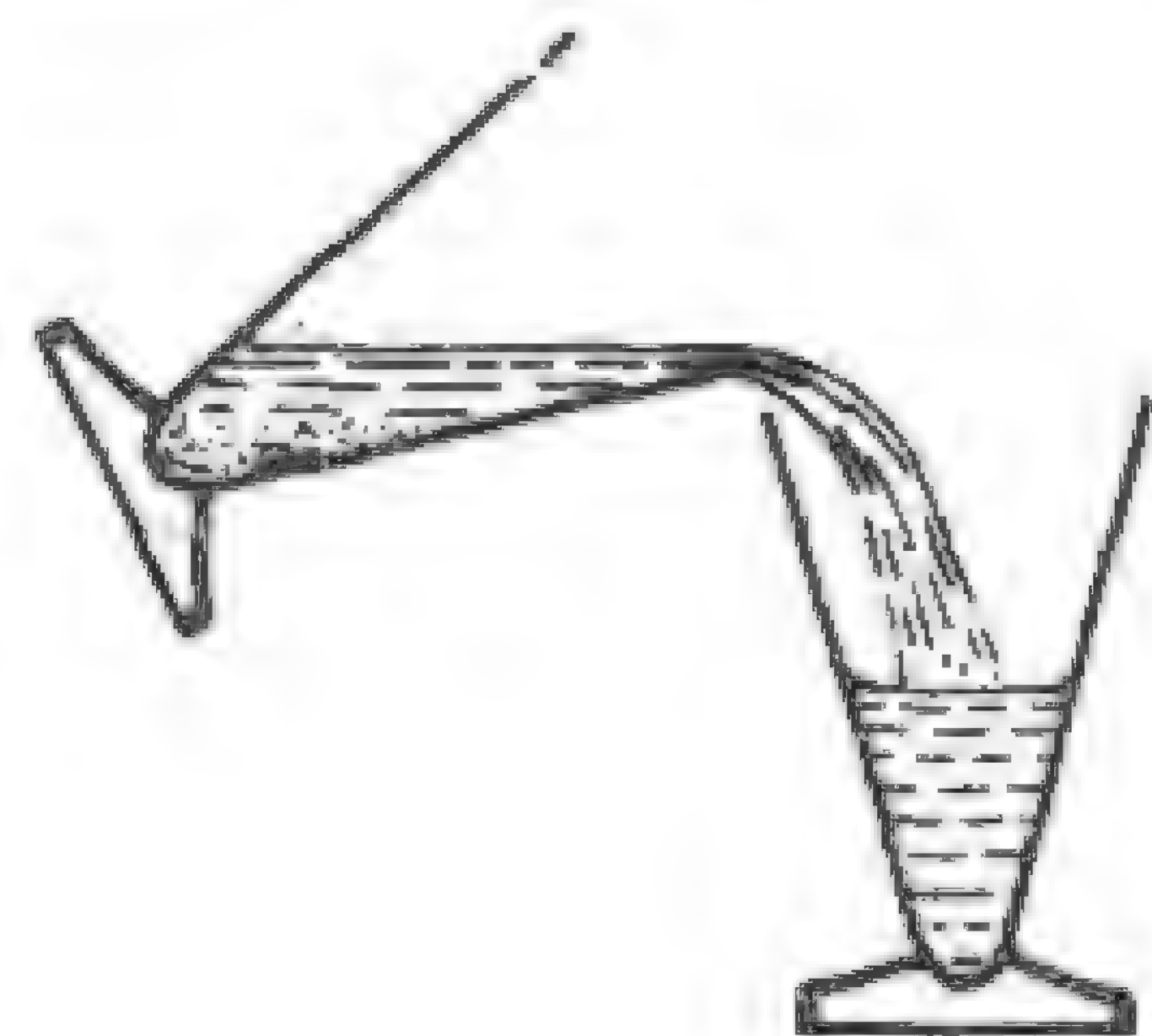
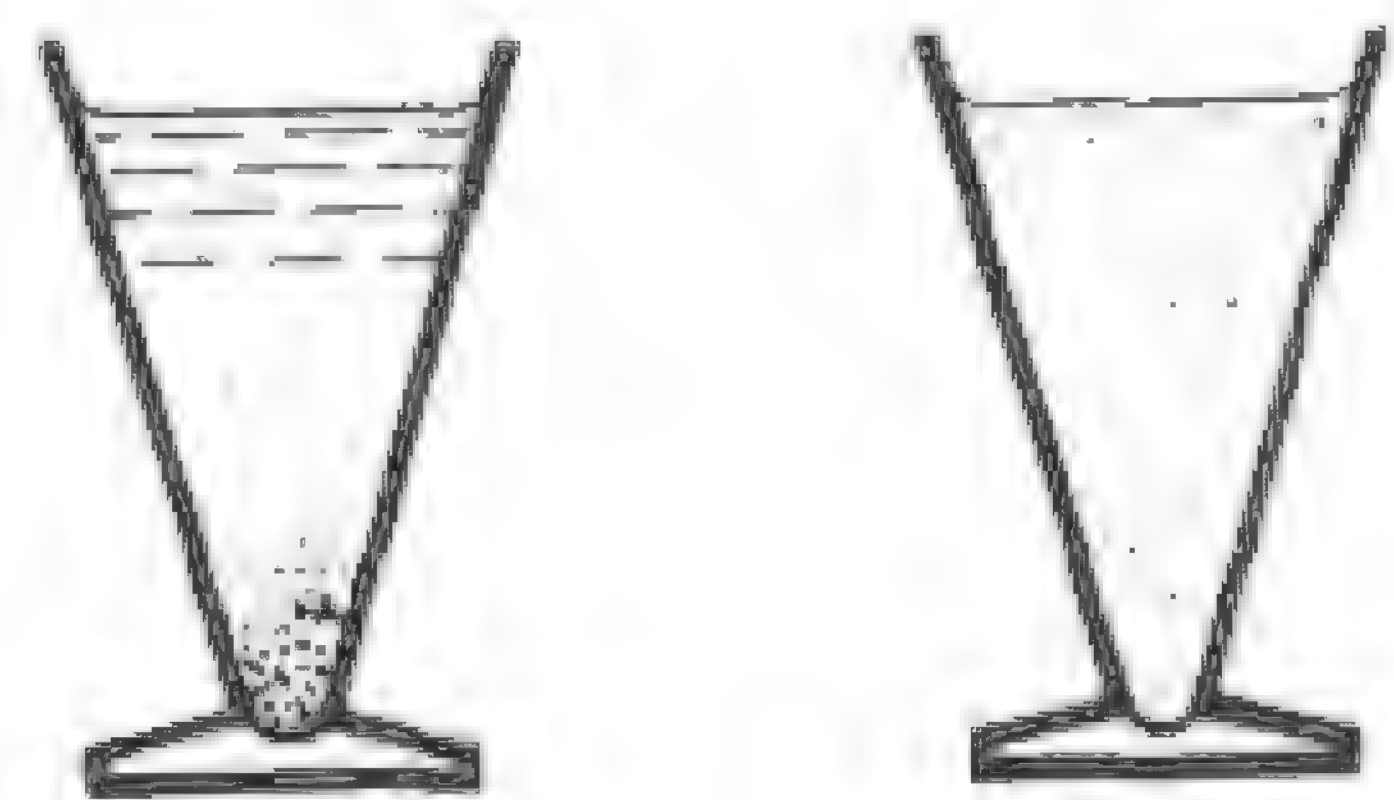
بریزید. دو مایع چگونه قرار می گیرند؟ شیر را با احتیاط باز کنید. وقتی که مایع زیری خارج شد، شیر را ببندید.



در پاره‌ای از موارد مایعات به کندی از یکدیگر جدا می شوند. نیروی گریز از مرکز می تواند جدا شدن آنها را تسریع نماید. مثلاً می توانیم چربی شیر را با استفاده از دستگاه سانتریفوژ جدا کنیم.

آزمایش ۴ - چگونه مایع را از مخلوط آن با جامد جدا کنیم؟ قدری از آب رودخانه را در گیلای بریزید و به دقت به آن نگاه کنید. آیا ذرات جامد را در آن می بینید؟ آب رودخانه معمولاً دارای ذرات جامد معلق است که موجب تیره شدن آن می گردد. گیلای را مدتی به حال خود بگذارید. ذرات جامد چه می شوند؟

گیلاس را با احتیاط کج کنید و قسمت بالایی مایع را که زلال است به آهستگی در ظرف دیگری بریزید. به این ترتیب قسمت مهم ناخالصیه‌ها در گیلای اول باقی می ماند.

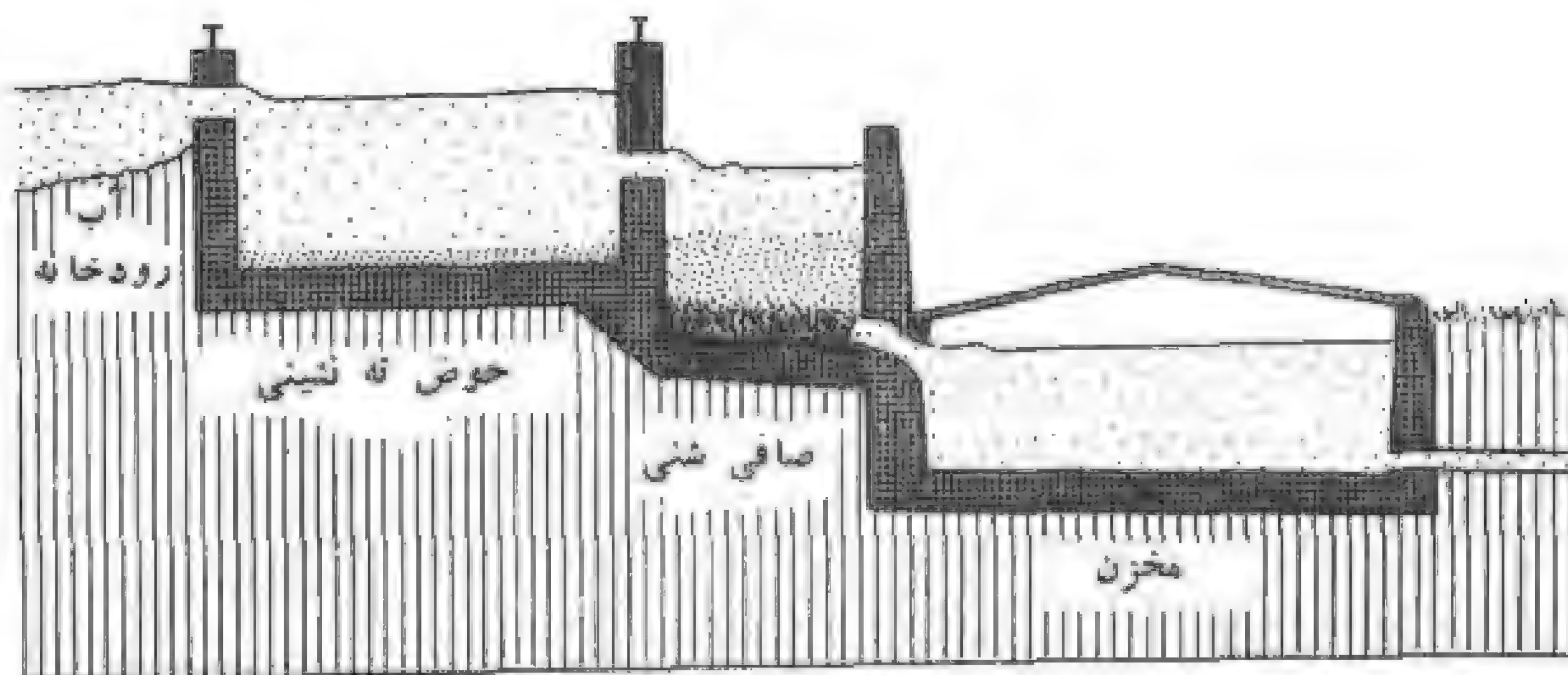


در روش بالا از آب رودخانه محلول نسبتاً زلالی به دست می آید. ولی به کمک ذره بین می توان ذرات معلق را در آب مشاهده کرد. این ذرات خیلی به کندی ته نشین می شوند. برای تسریع در صاف کردن محلول می توان از صافی استفاده کرد. در آزمایشگاه از کاغذ صافی استفاده می کنیم. کاغذ صافی را در داخل یک قیف قرار می دهیم. آب رودخانه را به کمک یک میله شیشه‌ای به آهستگی روی صافی می ریزیم (به این ترتیب کاغذ پاره نمی شود) آب زلال از صافی می گذرد و ذرات جامد روی صافی باقی می ماند.

در صنعت صافیهای تحت فشار (فیلتر پرس Filter Press) به کار می برند. این صافیها دارای صفحات سوراخدار هستند که از پارچه‌های محکم پوشیده می شوند. مایعی را که می خواهند صاف کنند با فشار از صافی می گذرانند. مایع عبور می کند و جامد بین صفحات باقی می ماند.

برای تهیه آب آشامیدنی، آب رودخانه را از لایه‌های شن عبور می دهند.

در مواردی که ممکن است مایع روی صافی اثر شیمیایی داشته باشد و آن را فاسد کند، پشم شیشه



یا پتیه نسوز را به عنوان فیلتر (صافی) به کار می‌برند. آن قرار بگیرد. سربالایی نوار را می‌توان به وسیله ورق آلومینیومی پاکت سیگار یا هر وسیله مناسب دیگر به دهانه استوانه بست. بوجه داشته باشید

آزمایش ۵ - تفکیک مواد به روش کروماتوگرافی

ابزار و مواد مورد نیاز: کاغذ صافی، قیف، جوهر سیاه، خودکار آبی و قرمز، استوانه مدرج به حجم ۵۰ سانتیمتر مکعب، قیچی یا تیغ ریش تراشی، اندکی جوهر سیاه را با کاغذ صافی صاف کنید، آیا جوهر مخلوطی از چند ماده است؟ شاید از این آزمایش ساده نتیجه بگیرید که چندین ماده باریک‌های گوناگون در جوهر وجود دارد. به نظر می‌رسد که این مواد با سرعت‌های متفاوت در بافت کاغذ نفوذ کرده از یکدیگر جدا می‌شوند.

در آزمایش زیر به کمک نواری از کاغذ صافی مواد تشکیل دهنده جوهر را به طور آشکارتری جدا خواهید کرد.

الف - کروماتوگرافی با کاغذ

نوار باریک و بلندی از کاغذ صافی را مطابق شکل تهیه کرده، خط ضخیمی با جوهر سیاه روی یک سر آن بکشید، سعی کنید فاصله خط از نوک نوارد در حدود ۲ سانتیمتر باشد.

اندکی آب در استوانه ریخته و نوار را طوری نگاه دارید که نوک آن کمی از سطح آب پایین‌تر باشد و خط جوهر در حدود یک سانتیمتر بالاتر از



کروماتوگرافی با کاغذ

که دیواره درونی استوانه خشک باشد تا مایع فقط از یک جهت (از پایین) در کاغذ نفوذ کند. هرگاه مواد رنگین تا ۲ سانتیمتری دهانه استوانه بالا روند، کاغذ را بردارید و آن را به وسیله گیرهای آویزان کنید، تا خشک شود. چند ماده رنگین به دست آورده‌اید؟ آیا می‌توان مواد رنگین به دست آمده را مخلوط کرد و جوهر سیاه اولیه را به دست آورد؟ با قیچی رنگهای به دست آمده را بریده و هر یک را در لوله آزمایش بیندازید (در حدود ۳ تا ۴ لوله) و روی آنها $\frac{1}{4}$ تا ۱ سانتیمتر مکعب آب بریزید و تکان دهید. آیا مواد رنگین حل می‌شوند؟ محلول لوله‌ها را در یک لوله بریزید چه رنگی پدید می‌آید؟ در این آزمایش مواد تشکیل دهنده جوهر را که سابقاً تفکیک کرده بودید، با یکدیگر مخلوط کردید. چه دلیلی برای رنگ به دست آمده دارید؟

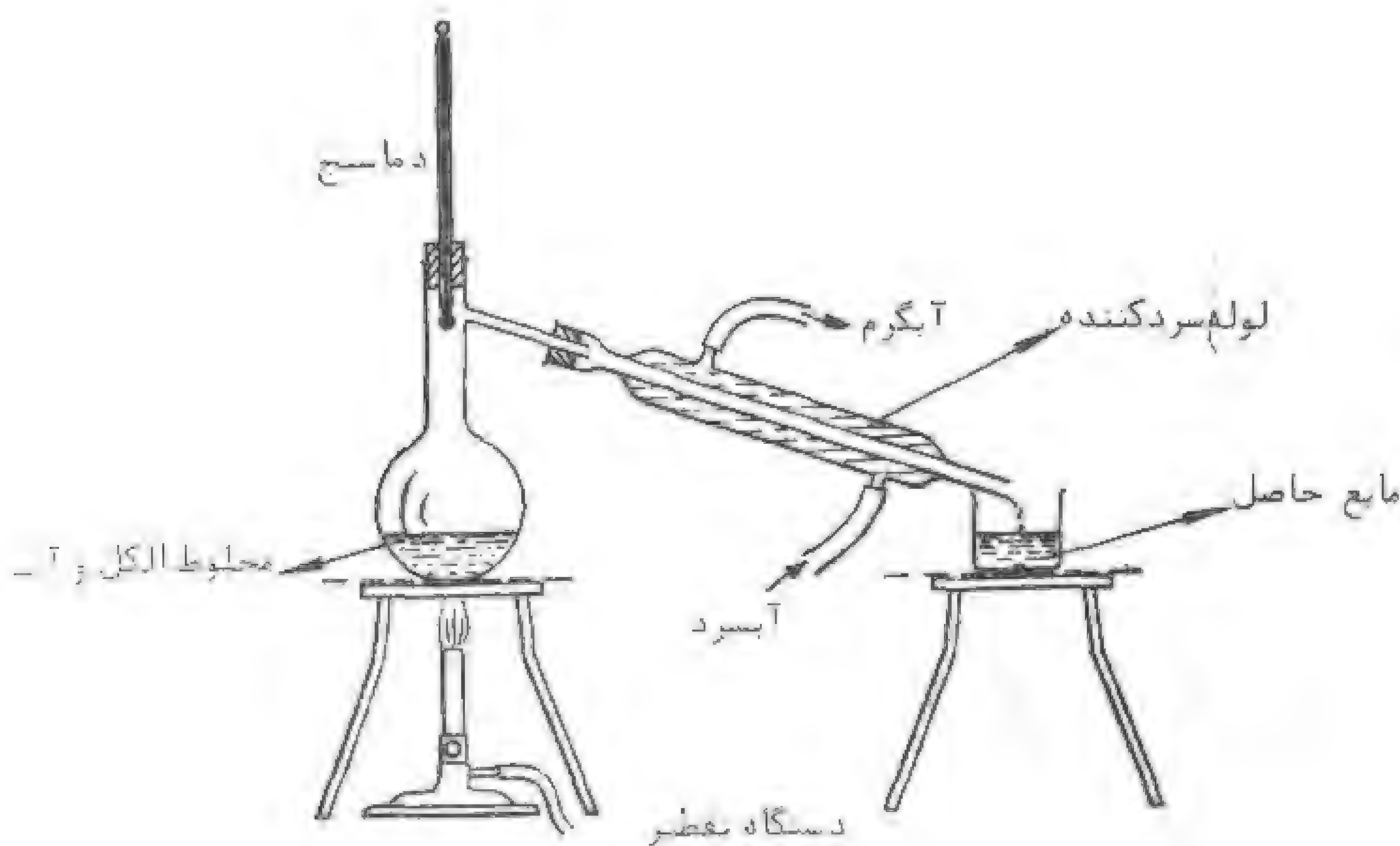
ب - کروماتوگرافی با گچ

اندکی جوهر قرمز و سیاه را با هم مخلوط کرده و سریک قالب گچ سفید را در آن فرو ببرید و در یک

نعلبکی یا شیشه ساعت محتوی اندکی آب راست نگاه دارید. چه می‌بینید؟ آیا ستون گچی برای تفکیک مواد مخلوط مناسب است؟ از آزمایشهای فوق می‌توان نتیجه گرفت که پایه و اساس کروماتوگرافی بر این اصل استوار شده است که یک ماده متحرک (مانند آب) از روی ماده ثابتی عبور کرده و مواد چسبیده به آن را با سرعتهای متفاوت با خود می‌برد. چون این آزمایش در ابتدا برای تفکیک مواد رنگین به کار می‌رفت آن را کروماتوگرافی (از کلمات یونانی Chroma به معنی "رنگ" و Grapho به معنی "می‌نویسم") نام نهادند.

امروزه روشهای نوینی از کروماتوگرافی به کار می‌رود که در آنها ماده متحرک مایعهایی چون الکل و استن یا برخی گازها می‌باشد.

چگونه می‌توان مخلوط دو مایع را از یکدیگر جدا کرد؟ برای این منظور معمولاً از روش تقطیر استفاده می‌شود. مثلاً مخلوط آب و الکل را در بالونی می‌ریزند و به آن گرما می‌دهند. الکل و آب به صورت بخار خارج می‌شوند و ضمن عبور از لوله

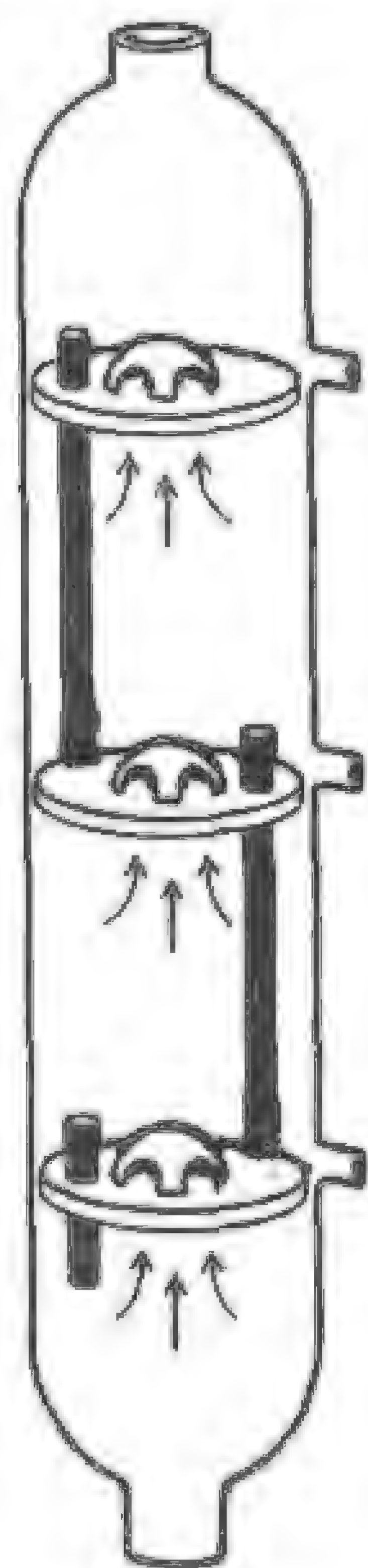


سردکننده به مایع تبدیل می‌گردند ، مایع حاصل نسبت به مخلوط اولیه دارای الکل بیشتری است . محلول حاصل را دوباره تقطیر می‌کنند و همین عمل را چند بار تکرار می‌کنند تا به الکل نسبتاً خالص می‌رسند یعنی الکلی با درجه بالاتر (منظور از درجه الکلی حجم الکل خالص درصد حجم مخلوط آب و الکل است) . می‌گویند محمد بن زکریای رازی دانشمند ایرانی اولین کسی است که توانست الکل را از تقطیر شراب بدست آورد .

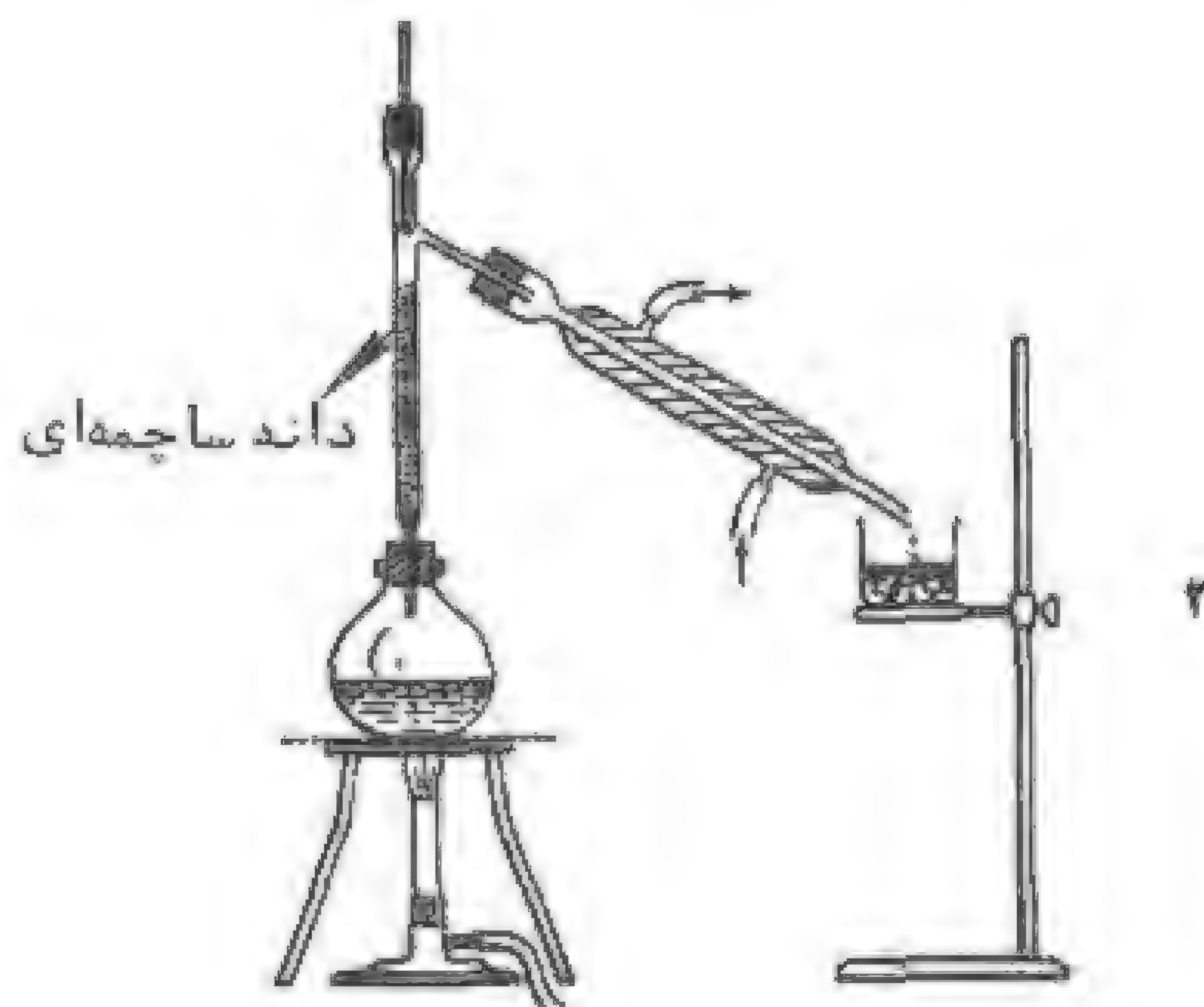
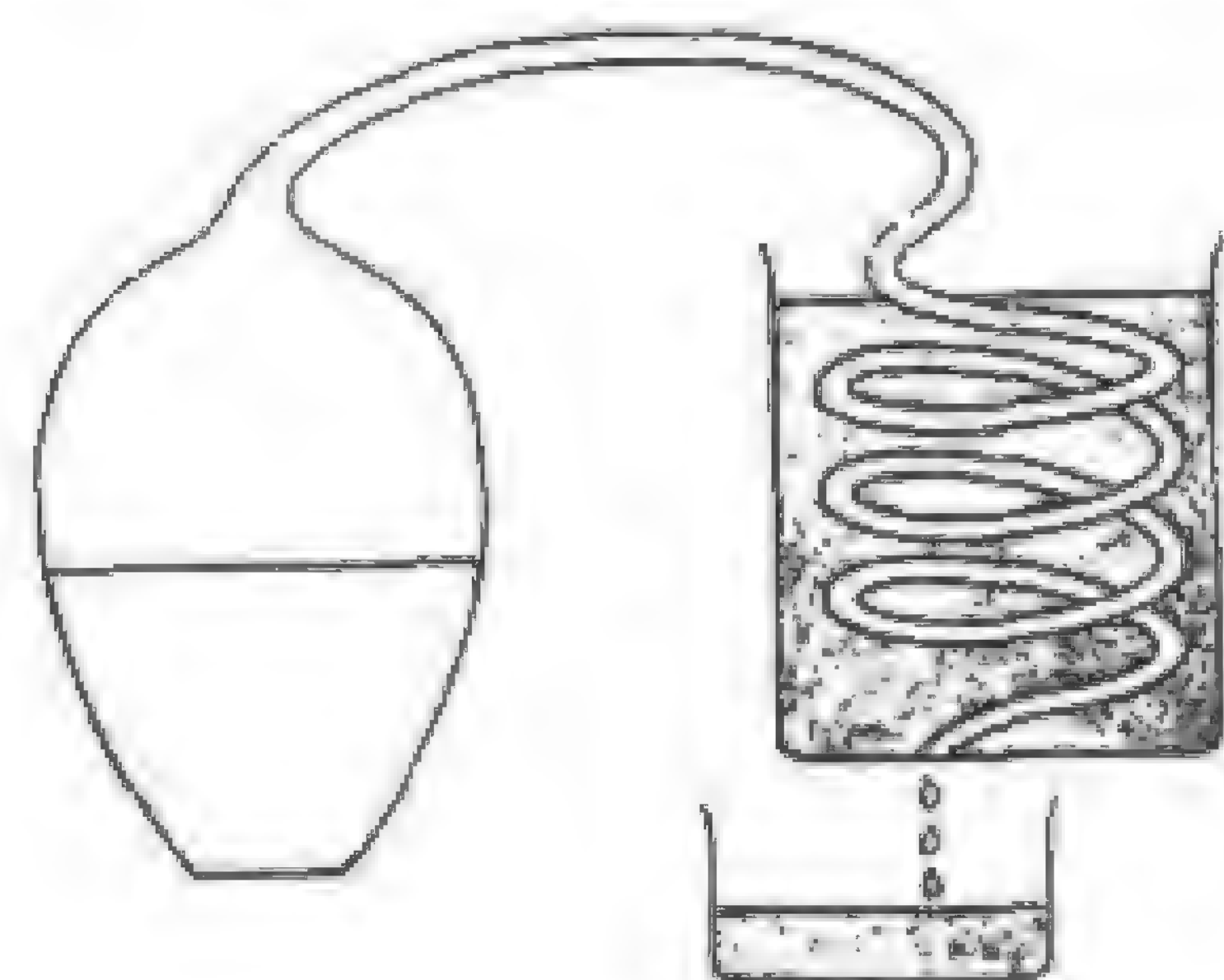
شکل زیر شماره ۱ یک دستگاه ساده تقطیر را نشان می‌دهد . برای این که مواد بهتر از هم جدا شوند می‌توان از دستگاههای تقطیر کاملتری استفاده کرد (شکل زیر شماره ۲) . این دستگاه با لوله متراکم کننده مجهز شده است . در این لوله ساچمه‌های بلوری می‌ریزند . قسمتی از بخار ضمن

عبور از این لوله و برخورد با ساچمه به مایع تبدیل می‌شود و به بالون تقطیر بر می‌گردد و فقط مواد فرارتر به صورت گاز خارج می‌شوند . بخارهای باقی مانده وارد سرد کننده می‌شوند و به مایع تبدیل می‌گردند .

تقطیر جزء به جزء نفت خام — همان طوری که می‌دانید نفت خام مانند بسیاری از مواد خام طبیعی مخلوطی از مواد گوناگون است . مولکولهای نفت خام اغلب از کربن و هیدروژن ساخته شده‌اند . مولکولهایی که تعداد اتمهای کربن و هیدروژن آنها کمتر است ، مواد نفتی زود جوش پدید می‌آورند . اصولاً هرچه تعداد اتمهای کربن و هیدروژن در مولکولهای مواد نفتی کمتر باشد ، زودتر می‌جوشند و



دستگاه تقطیر نفت



هرچه تعداد اتمهای کربن و هیدروژن در مولکولها افزایش یابد ماده دیرجوشتر به وجود می آید. جدا کردن کامل این مواد از یکدیگر بی نهایت مشکل است ولی همان طوری که در درس علوم سال اول راهنمایی تحصیلی دیدید، نفت خام در برج تقطیر پالایشگاه به چند بخش گوناگون تفکیک می شود. هر بخش شامل دسته ای از مولکولهاست که تا حدود زیادی به یکدیگر نزدیک هستند.

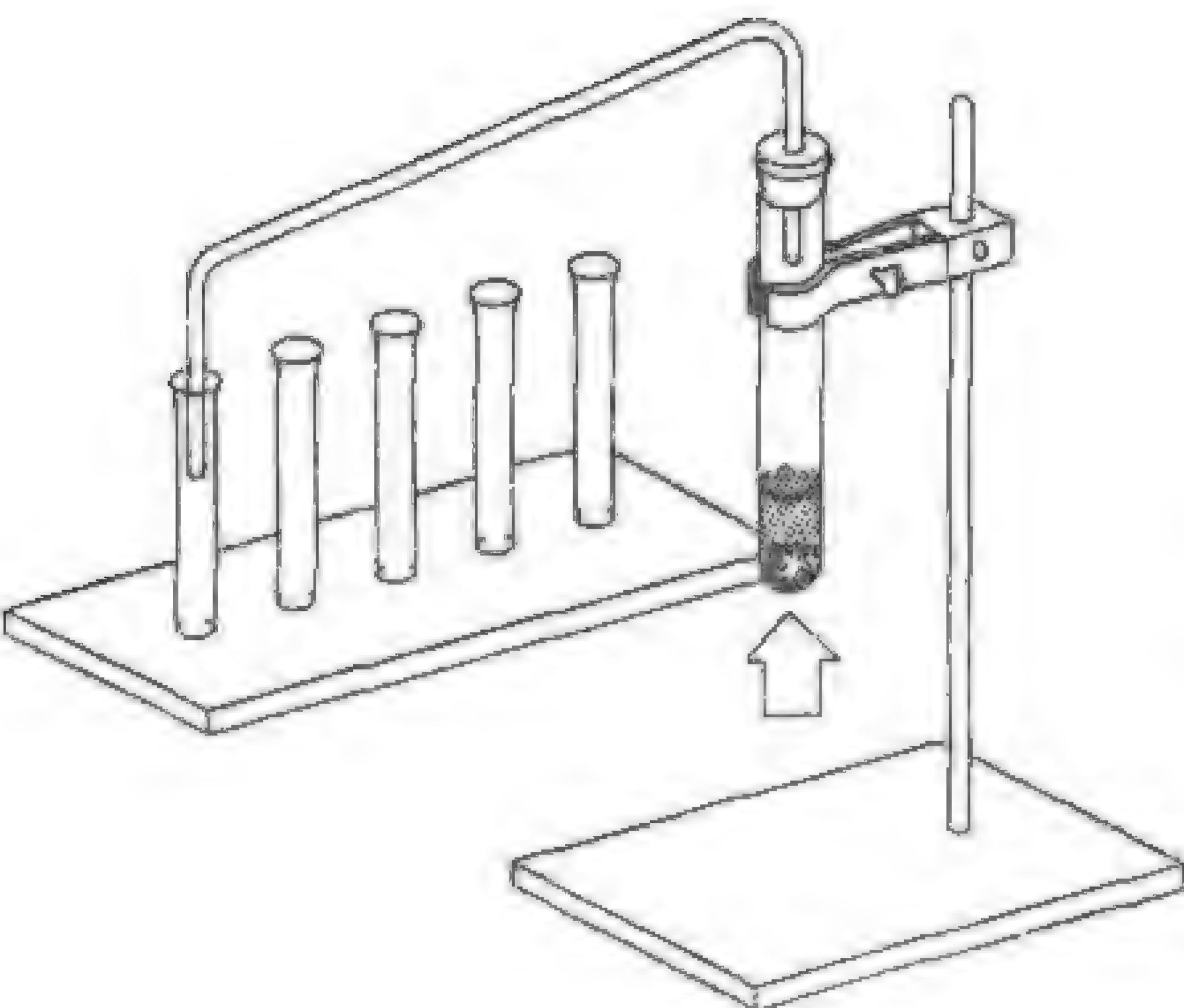
نفت خام را ابتدا در کوره ای حرارت داده تبخیر می کنند. بخار حاصل ضمن عبور از طبقات بالایی برج به تدریج سرد می شود و در نقاطی از برج، که دمای آن پایین تر از دمای جوش آن ماده است، به مایع تبدیل می شود و از راه لوله ای خارج می گردد. با این ترتیب مایعهای دیرجوش مانند نفت کوره، و نفت گاز در قسمتهای پایینی برج و مایعهای زودجوش از قبیل نفت سفید و بنزین در بخشهای بالایی آن جدا می شوند. تفکیک مخلوط چند مایع را از راه تقطیر در چنین دستگاهی "تقطیر جزء به جزء" می نامند.

در صنعت نفت، تفکیک موادی که دمای جوش آنها خیلی به یکدیگر نزدیک است (تفاوت مولکولهای آنها ناچیز است)، از راه تقطیر جزء به جزء تقریباً غیرممکن است. در این موارد از روش کروماتوگرافی استفاده می شود.

تمرین آزمایشگاهی

در دستگاه ساده ای مطابق شکل مقدار ۲ سانتیمتر مکعب نفت خام را به ملایمت حرارت داده و بخارهای حاصل را به تدریج در چند لوله آزمایش جمع آوری می کنیم.

الف - به نظر شما رنگ مایع در لوله های متوالی چگونه تغییر می کند؟



آزمایش ساده تقطیر جزء به جزء نفت خام

ب - کدام یک از مایعها فرارتر و کدام یک دیرجوشتر است؟

ج - این اجزا ممکن است با فرآورده های نفتی مانند بنزین، نفت سفید، پارافین، نفت گاز و نفت سیاه، که در زندگی روزمره با آنها آشنایی دارید مطابقت کند. آیا می توانید نام هریک از فرآورده های نامبرده را برای اجزای به دست آمده پیشنهاد کنید؟

د - بوی کدام یک از این مایعها شدیدتر است؟ چرا؟

ه - آیا فکر می کنید که هر جزء به دست آمده ماده خالص است؟

و - آیا می توانید این آزمایش تقطیر جزء به جزء را شما انجام دهید؟

چگونه می توان مخلوط چند گاز را از یکدیگر جدا کرد؟ - تا کنون در این فصل، نحوه تفکیک مخلوط چند مایع، مخلوط جامد و مایع و بالاخره مخلوط جامد و جامد را بررسی کردیم. هرگاه محلولی از یک

گاز در مایع داشته باشیم به آسانی و به وسیلهٔ حرارت دادن می‌توان گاز را از مایع جدا کرد. لیوان آب سردی را که به تدریج دمای اتاق را به خود می‌گیرد مشاهده کنید. حبابهای ریز هوا که در آب حل شده بود روی دیوارهٔ درونی لیوان آزاد می‌شود. با حرارت دادن بیشتر آب، حبابهای دیگری پدید آمده و برخی از آنها تا سطح آب بالا می‌روند.

تفکیک مخلوط چند گاز مانند گازهای موجود در هوا به آسانی میسر نیست و به کاربرد روشهای پیچیده‌تری نیاز دارد. یک راه مناسب، مایع کردن هوا به وسیلهٔ فشارشدید و سرمای زیاد است. هوای مایع نیز مخلوطی از چند مایع بوده که هر یک دمای جوش معینی دارد. بنا براین مانند آنچه در تقطیر نفت دیدیم، می‌توان هوای مایع را از راه حرارت دادن و تقطیر جزء به جزء به اجزای اولیهٔ آن تفکیک کرد و یک یک گازها را به تدریج و در طبقات مختلف برج تقطیر به دست آورد.

هرگاه هوا را مایع کنیم و مطابق این روش تقطیر نماییم، اغلب به دو جزء مهم می‌رسیم که یکی چوب نیم افروخته را به شدت می‌سوزاند و دیگری آن را خاموش می‌کند. گازی که باعث سوختن شدید چوب نیم افروخته می‌شود اکسیژن و گازی که آن را خاموش می‌کند نیتروژن است. می‌دانید که این دو گاز جمعا در حدود ۹۹ درصد حجم هوا را تشکیل می‌دهند. نسبت نیتروژن در هوا ۷۸ درصد و اکسیژن ۲۱ درصد است. هرگاه بدانید که اکسیژن مایع در 183° زیر صفر و نیتروژن مایع در 196° زیر صفر می‌جوشد، کدام یک زودتر از هوای مایع جدا شده و تقطیر می‌شود؟ امروزه قسمت اعظم اکسیژن و نیتروژن مورد نیاز صنایع شیمیایی را از راه مایع کردن هوا و تقطیر جزء به جزء آن به دست می‌آورند.

تعرین

۱ - چگونه می‌توان از مخلوطهای زیر هر یک از مواد را به صورت خالص جدا کرد:
مخلوط نمک و شن، مخلوط برادهٔ آهن و گوگرد.

۲ - چگونه می‌توانید تشخیص دهید که ماده‌ای خالص است یا مخلوط؟

۳ - چگونه به روش عملی می‌توان مخلوطهای زیر را از هم جدا کرد:

آب و روغن، شکر و ماسه، آب و الکل، برادهٔ آهن و ماسه.

۴ - شکل یک دستگاه تهیهٔ آب مقطر را رسم کنید و در بارهٔ آن توضیح دهید.

۵ - در عبارت‌های زیر جای نقطه‌ها را پر کنید:
در یک ستون تقطیر دما در ستون زیاد است و در ستون کم است.

مایعات به طرف ستون و گازها به طرف حرکت می‌کنند.

۶ - در چه مواردی برای جدا کردن اجزای مخلوط، از صافی استفاده می‌شود؟

۷ - مثالهایی از جدا کردن اجزای مخلوط به کمک صافی در طبیعت بیاورید.

۸ - صافی را از چه موادی می‌سازند؟

۹ - آیا به کمک صافی می‌توان قند را از محلول جدا کرد؟ چرا؟

۱۰ - چه طرحی برای استخراج نمک خالص و متبلور از سنگ نمک ناخالص پیشنهاد می‌کنید؟ آن را در منزل آزمایش کنید. به جای کاغذ صافی می‌توانید از پارچهٔ نخی چند لایه استفاده کنید. چگونه از همین طرح برای تهیهٔ بلورهای درشت زاج سفید از نمونهٔ کثیف آن استفاده می‌کنید؟

مفاهیم اولیه شیمی

۱- مولکولها و اتمها

تمام مواد، خواه مایع خواه جامد یا گازی شکل قابل تقسیم هستند. یک تکه گچ کوچک را می توان شکست و آن قدر کوچک کرد تا به صورت گرد درآید. همان طور که می دانید گچ هنگام نوشتن خرد می شود و به صورت گرد پخش می شود. خواص ذرات گچ با خواص تکه گچ اولیه هیچ فرقی ندارد.

یک دانه کوچک پرمنگنات را در ظرفی آب می اندازیم، مشاهده می شود که دانه پرمنگنات ناپدید می شود و رنگ آب بنفش می شود. اگر اندکی از این محلول رنگی را در ظرفی دیگر پر از آب بریزیم، آب رنگی می شود اما شدت رنگ آن کمتر از رنگ محلول اول است. اگر به این کار ادامه دهیم و محلول را باز هم رقیق کنیم محلولهایی کم رنگتر به دست می آوریم. آخرین محلول نیز به طور یکنواخت رنگی خواهد بود. این پدیده نشان می دهد که در قطره های این محلول نیز ذرات پرمنگنات وجود دارد. این ذرات پرمنگنات جزئی از دانه کوچک اولیه پرمنگنات هستند. به گفته دیگر در دانه کوچک اولیه، ذراتی وجود دارند که ابعاد آنها بسیار کوچک است.

این واقعیتها و بسیاری مشاهده ها و آزمایشها گواهی می دهند که تمام مواد از ذرات بسیار کوچک تشکیل یافته اند. ذراتی که مواد از آنها تشکیل شده اند، مولکول نامیده می شوند.

اگر مقداری گرد هاگ را در آب بریزیم و یک

قطره آن را زیر میکروسکوپ نگاه کنیم مشاهده می کنیم که هاگها دائما به طور نامنظم در حال حرکت هستند. ذرات بسیار کوچک هاگ در آب، در حالی که جا به جا می شوند، دائما جهت حرکت خود را تغییر می دهند. ذرات بزرگتر در جای خود نوسان می کنند. این حرکت ذرات را حرکت براونی می نامند. این پدیده را نخستین بار، براون دانشمند انگلیسی به وسیله میکروسکوپ مشاهده کرد. مشاهده نشان می دهد که حرکت براونی هرگز قطع نمی شود. علت حرکت براونی حرکت دائمی مولکولهای مایع است. البته هاگها چندین بار بزرگتر از مولکولهای آب هستند، نیز وقتی که حرکت هاگها را زیر میکروسکوپ می بینیم، نباید گمان کرد که حرکت خود مولکولها را می بینیم. مولکولها را به وسیله میکروسکوپ عادی نمی توان دید اما درباره وجود و حرکت آنها می توان از روی ضرباتی که بر هاگها وارد می کنند و آنها را وادار به حرکت می کنند قضاوت کرد. در این باره می توان چنین مقایسه ای به عمل آورد: فرض کنید گروهی از مردم روی آب با تویی بزرگ به بازی مشغولند. آنها به توپ ضربه وارد می کنند و توپ گاهی در یک سوگاهی در سوی دیگر حرکت می کند. اگر این بازی را از دور مشاهده کنیم، خود مردم دیده نمی شوند اما حرکت نامنظم توپ را خواهیم دید.

مولکولهای مایع را نیز نمی توانیم ببینیم اما ضربات آنها را که دائما بر هاگها وارد می شود،

درک می‌کنیم. حرکت براونی نیز نشان می‌دهد که مواد از ذرات جداگانه یعنی مولکول تشکیل یافته‌اند و به علاوه مولکولها دائما "به طور نامنظم در حرکت هستند.

اگر آب را از راههای متفاوت، از باران، از آب دریا (به کمک تقطیر)، از آب میوه (به کمک تقطیر) به دست آوریم، تمام نمونه‌های آب از نظر خواص یکسانند و هیچ تفاوتی با یکدیگر ندارند. همه اینها نشان می‌دهد که تمام نمونه‌های آب از مولکولهای یکسان تشکیل یافته‌اند.

همه مولکولهای یک ماده یکسان هستند. مولکول کوچکترین ذره یک ماده است که ممکن است بحالت مستقل وجود داشته باشد. خواص هر ماده به مولکولهای آن بستگی دارد. آب خالص چه به حالت مایع، چه به حالت گازی و چه بحالت جامد دارای یک نوع مولکول است، اما عده مولکولها در حجمی معین از آنها متفاوت است.

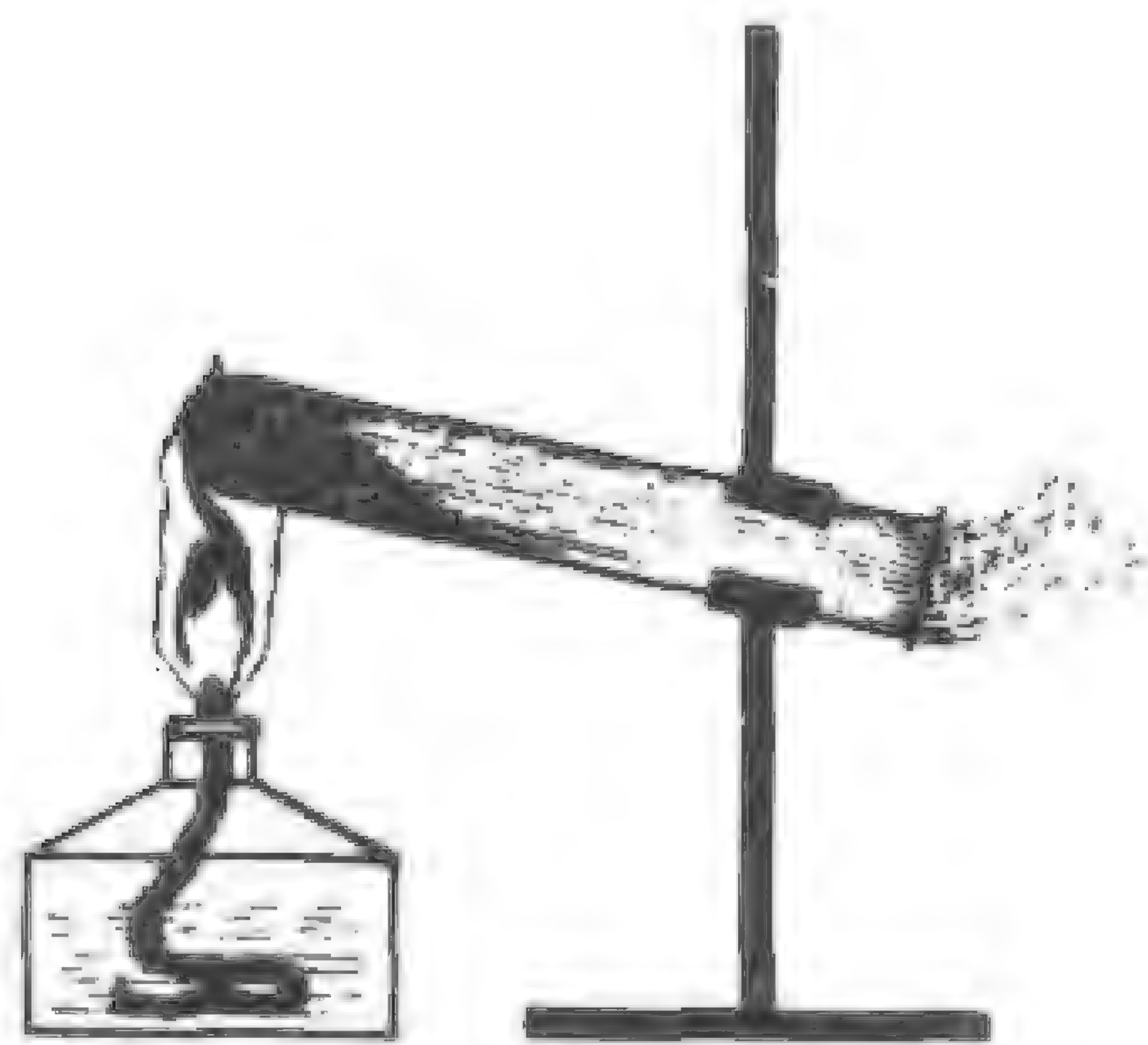
مثلا عده مولکولهای آب در یک سانتیمتر مکعب آب مایع 100°C ، 1700 مرتبه بیشتر از عده مولکولهای موجود در یک سانتیمتر مکعب بخار آب 100°C است.

۲- پدیده‌های فیزیکی و شیمیایی

آب بر اثر جوشیدن به بخار تبدیل می‌شود. بخار آب دیده نمی‌شود. بخار آب حالت گازی آب است و بر اثر سرد کردن دوباره به آب یعنی به حالت مایع تبدیل می‌شود. آب بر اثر سرد کردن بیشتر، به یخ تبدیل می‌شود. یخ، آب به حالت جامد است. اگر پارافین جامد را گرم کنیم مایع می‌شود و اگر مایع حاصل را سرد کنیم مجدداً پارافین جامد اولیه به دست می‌آید. بنا بر این پارافین جامد و

مایع دو حالت مختلف یک ماده‌اند. در تمام این پدیده‌ها، مواد جدید تشکیل نمی‌شوند. پدیده‌هایی که در آنها تبدیل ماده‌ای به ماده‌ای دیگر روی نمی‌دهد، پدیده‌های فیزیکی نامیده می‌شوند.

تکهای قند را در لوله آزمایش گرم می‌کنیم. قند ابتدا ذوب می‌شود (پدیده فیزیکی) و سپس به رنگ قهوه‌ای در می‌آید، بویی تند از آن به مشام می‌رسد، مقداری بخار آب به بالای لوله می‌رسد و قطره‌های آب روی دیواره لوله آزمایش پدیدار می‌شود. بالاخره در داخل لوله ماده‌ای سیاه رنگ بی‌مزه، غیر قابل ذوب و غیر قابل حل در آب باقی می‌ماند. این ماده جدید زغال است. یعنی، قند به آب و زغال که موادی دیگر هستند، تبدیل می‌شود. در این تبدیل ماده اولیه ناپدید می‌شود و به جای آن موادی جدید به وجود می‌آیند. این نوع پدیده‌ها را شیمیایی می‌نامیم. پدیده‌های شیمیایی پدیده‌هایی هستند که در آنها از بعضی مواد موادی دیگر تشکیل می‌شوند. پدیده‌های شیمیایی را واکنشهای شیمیایی نیز می‌نامند. بسیاری از این گونه تغییرات در زندگی روزمره ما اتفاق می‌افتد. مثلاً آهن در هوا زنگ می‌زند. در این عمل آهن به زنگ آهن تبدیل می‌شود. زنگ آهن گرد به رنگ قرمز قهوه‌ای است. رنگ



آهن، دیگر آهن نیست بلکه ماده‌ای کاملاً دیگر است.

رنگ زدن فلزات یا پاک کردن ظروف فلزی به وسیلهٔ ترشی، سفید کردن پارچه‌ها، به کاربردن آهک و سیمان و گچ در ساختمان، همگی با تغییرات شیمیایی همراهند. زندگی جانداران نیز به یک عده از پدیده‌های شیمیایی وابسته است که در نتیجهٔ آن موادی به مواد دیگر تبدیل می‌شوند.

تمرین

۱ - چند پدیدهٔ فیزیکی و چند پدیدهٔ شیمیایی را که در شرایط منزل، در طبیعت و در آزمایشگاه دبیرستان مشاهده کرده‌اید، نام ببرید.

۲ - در چراغ نفتی دو عمل تخییر نفت و سوختن نفت صورت می‌گیرد. کدام یک از این دو پدیده فیزیکی و کدام یک شیمیایی است؟ چرا؟

۳ - کدام یک از تغییرات زیر فیزیکی و کدام یک شیمیایی است: ذوب سرب، مغناطیسی کردن نیغه، چاقو، هضم غذا، تخییر آب، تشکیل برف، ایجاد الکتریسیته در میلهٔ شیشه‌ای به وسیلهٔ مالش، تشکیل ابر و مه، رشد گیاهان.

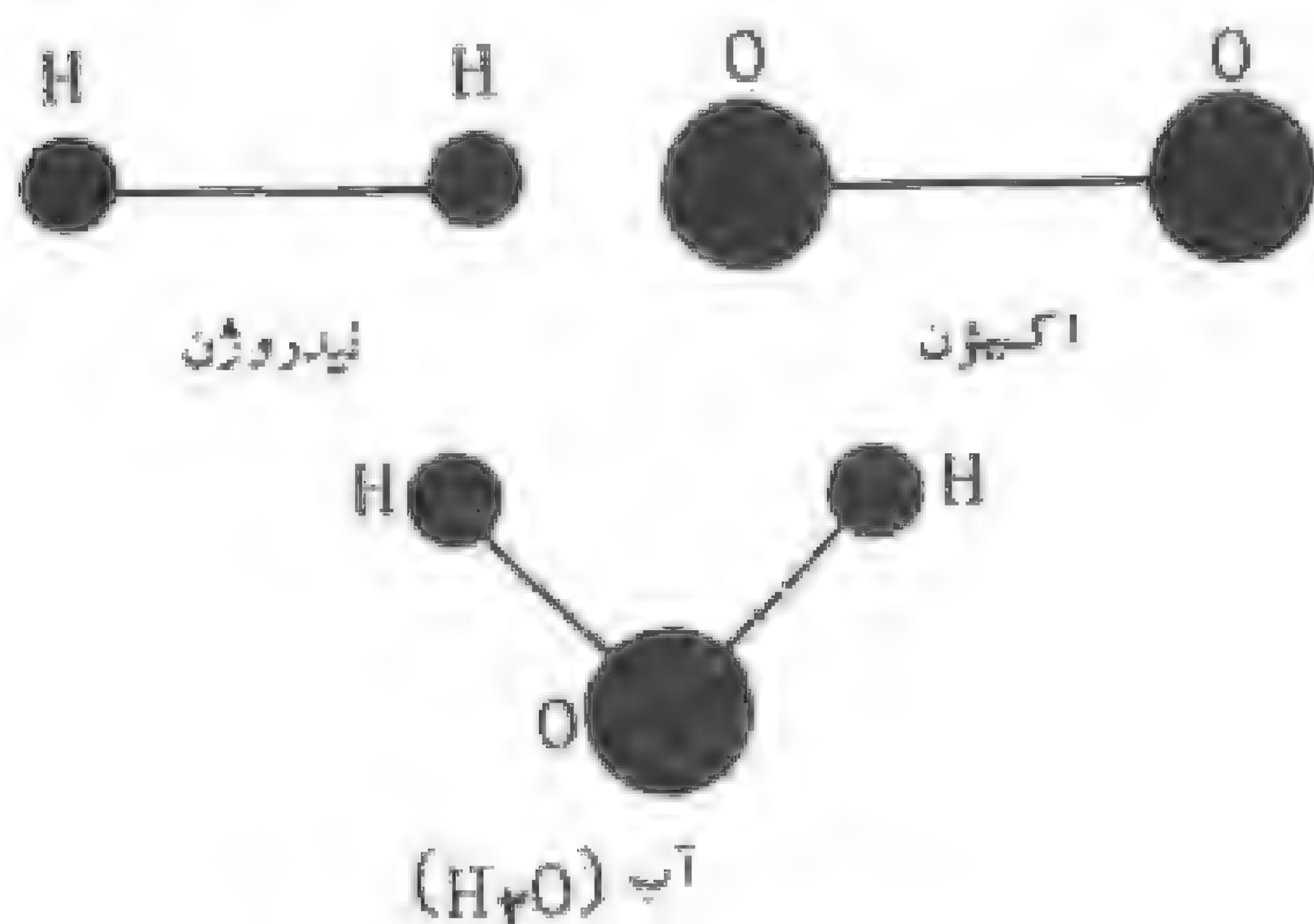
۴ - معمولاً برای خواص فیزیکی رنگ، بو، حالت فیزیکی در دمای معمولی (جامد، مایع و بخار)، قابلیت حل در آب مورد بحث قرار می‌گیرد. اکنون شما خواص فیزیکی آهن و نمک طعام را شرح دهید.

۵ - چوب کبریت را بر روی جلد آن بکشید و آن را به دقت نگاه کنید. چه می‌بینید؟ چه می‌شنوید؟ چه استنشام می‌کنید؟ آیا مایعی را که در مجاورت شعله پدید می‌آید می‌بینید؟ چه نتایجی از این آزمایش ساده می‌گیریم؟

۳- نقش مولکولها و اتمها در واکنشهای شیمیایی

واکنشهای شیمیایی عبارت از تبدیل بعضی مواد به مواد دیگر است. اما وقتی که از ماده‌ای معین نام می‌بریم، مقصود نوعی معین از مولکولهاست. پس در واکنشهای شیمیایی از مولکولهای بعضی مواد مولکولهای موادی دیگر تشکیل می‌شود. این تبدیل چگونه روی می‌دهد؟ می‌دانید که مولکولها نیز خود از ذراتی کوچکتر به نام اتم ساخته شده‌اند. اتم کوچکترین قسمت ماده است که معمولاً می‌تواند به حالت ترکیب وجود داشته باشد. عدهٔ انواع اتمها محدود است، ولی اتمها می‌توانند به اشکال گوناگون با یکدیگر ترکیب شوند. مولکول آب از سه اتم (یک اتم اکسیژن و دو اتم هیدروژن) تشکیل یافته است. مولکول نیتروژن از دو اتم نیتروژن و مولکول اکسیژن از دو اتم اکسیژن تشکیل شده است.

موادی که مولکولهای آنها از اتمهای یکسان ساخته شده‌اند، ساده نامیده می‌شوند مانند مولکولهای اکسیژن (O_2) و هیدروژن (H_2). اگر مولکول ماده ساده از یک اتم تشکیل شده باشد آن را یک اتمی می‌نامند. مثلاً "مولکولهای هلیم" (He) و آرگن (Ar) یک اتمی هستند. اگر مولکول ماده ساده از دو اتم تشکیل گردد آن را دو اتمی می‌نامند.



طرح مولکولهای اکسیژن و هیدروژن و آب

خوانند. مولکولهای اغلب مواد ساده گازی شکل دو اتمی هستند. مثلاً "مولکولهای اکسیژن (O_2)، شیدروژن (H_2)، کلر (Cl_2) و نیتروژن (N_2) دو اتمی هستند.

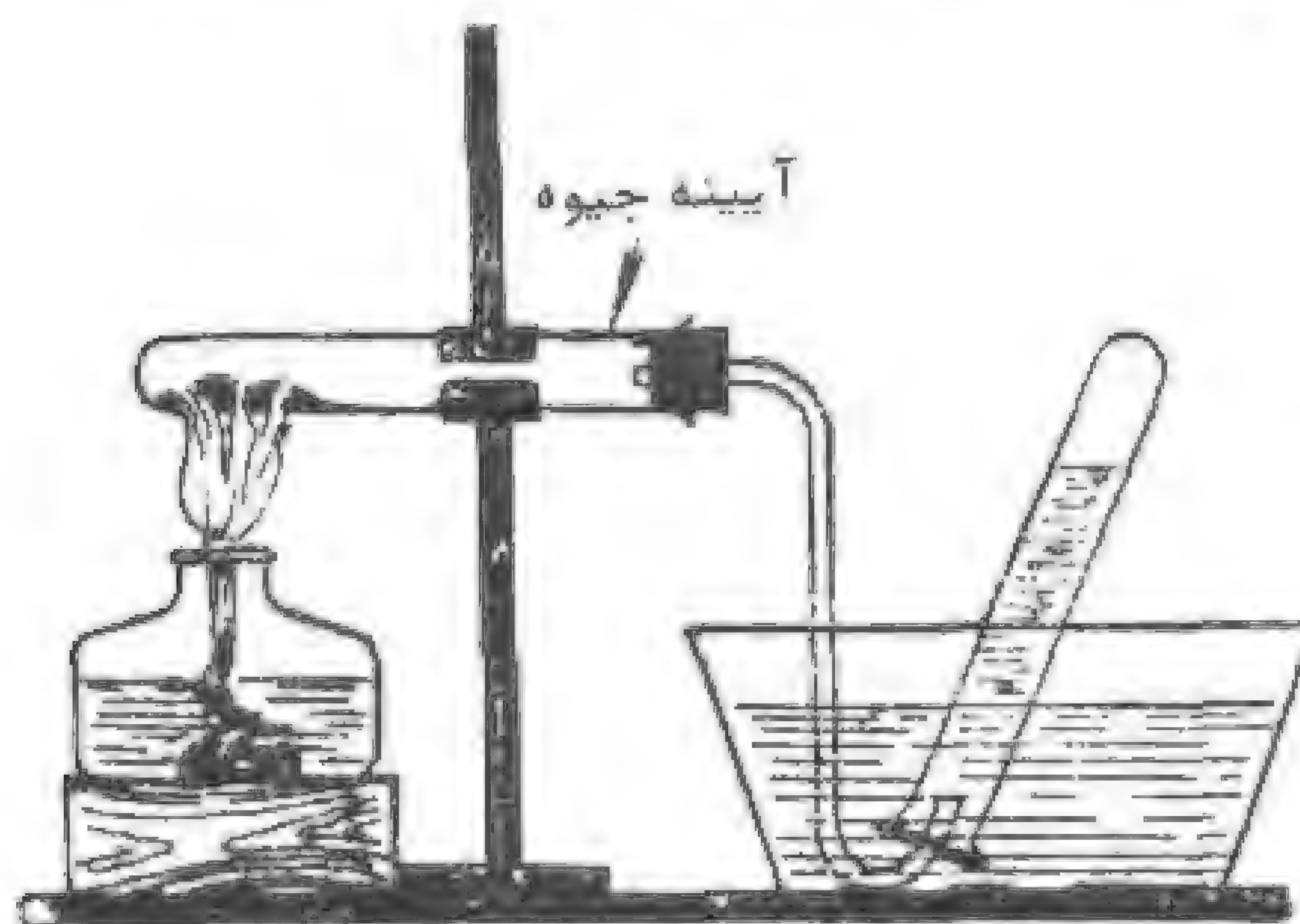
موادی که مولکولهای آنها از اتمهای متفاوت ساخته شده اند مرکب نامیده می شوند. مثلاً "مولکول کلرید شیدروژن (HCl) از یک اتم کلر و یک اتم شیدروژن تشکیل شده است. مولکول آب از به هم پیوستن یک اتم اکسیژن و دو اتم شیدروژن به وجود می آید. مواد مرکب را ترکیبات شیمیایی نیز می گویند.

دانستید که در واکنشهای شیمیایی از بعضی مولکولها، مولکولهای دیگر تشکیل می شوند. اما چگونه؟ آزمایش تجربه اکسید جیوه را انجام دهید تا پاسخ آن را بیابید.

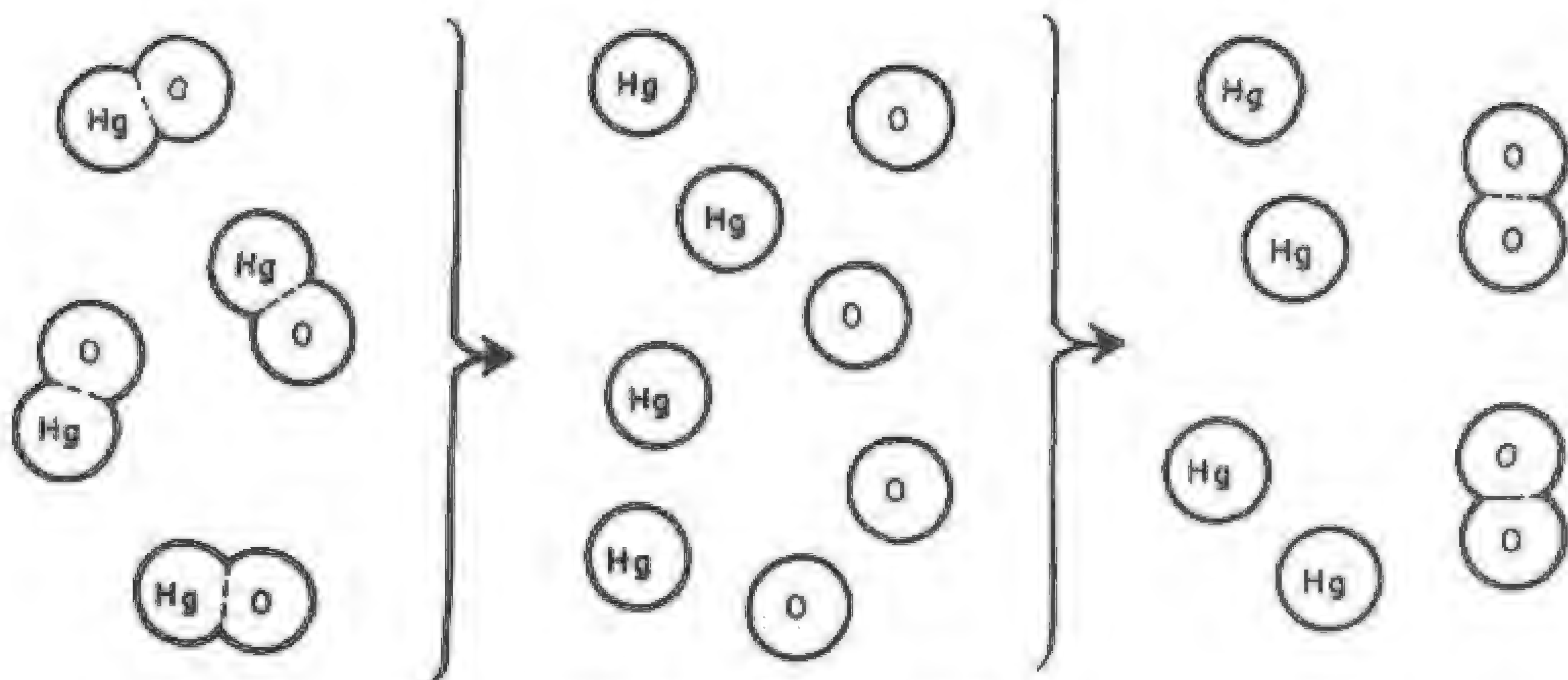
مقداری اکسید جیوه قرمز رنگ را در لوله آزمایش بریزید. لوله آزمایش را با چوب پنبه که لوله های شیشه ای از آن گذرانده اید، ببندید. سر دیگر لوله را وارد آب کنید. لوله آزمایش را به شدت حرارت دهید. مقدار اکسید جیوه به تدریج کم می شود و بالاخره ناپدید می شود. اما اکسید جیوه بدون باقی گذاشتن آثاری از خود ناپدید نمی شود. بر جدار لوله آزمایش قطره هایی از ماده ای جدید به رنگ فلزی می نشیند. این ماده جیوه است که آن را به خوبی می شناسید و در دما- سنج به کار می رود. از داخل آب حبابهایی خارج می شود. اندکی صبر کنید تا هوای داخل لوله خارج شود. سپس یک لوله آزمایش پر از آب را داخل

آب روی دهانه لوله وارگون کنید. بدین ترتیب گاز خارج شده را در لوله آزمایش جمع می کنیم. پس از این که لوله آزمایش پر از گاز شد، با انگشت سر لوله آزمایش را در زیر آب ببندید و آن را از آب بیرون آورید. تکه ای از چوب را روی آتش نگه دارید تا نوک آن قرمز شود. نوک قرمز چوب را در گاز تشکیل شده وارد کنید، چوب شعله ور می شود. این گاز همان طور که می دانید اکسیژن است. بنابر این اکسید جیوه به جیوه و اکسیژن تجزیه شده است. بر اثر تجزیه اکسید جیوه چه روی می دهد؟

هر مولکول اکسید جیوه از یک اتم جیوه و یک اتم اکسیژن تشکیل یافته است. مولکولهای اکسید جیوه بر اثر گرما به اتمهای جیوه و اتمهای اکسیژن تجزیه می شوند. سپس اتمهای اکسیژن دو به دو با یکدیگر ترکیب می شوند و مولکولهای دو اتمی تشکیل می دهند. اتمهای (یا مولکولهای یک اتمی) جیوه جمع می شوند و به صورت قطره های ماده ساده جیوه فلزی در می آیند، اما مولکولهای دو اتمی اکسیژن به صورت



۱- چون در الکل سوخت موجود در بازار ممکن است مقداری آب موجود باشد از اینرو احتمالاً دمای شعله حاصل از چنین الکلی برای تجزیه اکسید جیوه کافی نمیباشد. بنابراین بجای الکل "سبنا" خالص و یا از چراغ گاز استفاده شود. ضمناً توجه شود که بخارات جیوه سمی است.



طرح واکنش تجزیه اکسید جیوه

یافت می‌شود. اتمهای کربن برای این که به زغال تبدیل شوند، باید از پیوند با اتمهای دیگر آزاد شوند و یا یکدیگر پیوند حاصل کنند. این پدیده با تجزیه قند به وسیله گرما روی می‌دهد.

عنصر ماده‌ای است که با روش شیمیایی نمی‌توان آن را به دو یا چند ماده ساده‌تر تجزیه کرد.

عناصر شیمیایی را به دو گروه بزرگ تقسیم می‌کنند؛ فلزات و غیر فلزات.

فلزات به حالت آزاد یعنی همچون مواد ساده، دارای خواص مشترک معینی هستند. فلزات شفاف نیستند و جلای "فلزی" مخصوص به خود دارند. جریان الکتریسته و گرما را به خوبی هدایت می‌کنند، چکش خوارند و قابلیت برگ شدن دارند. فلزات معروف عبارتند از آهن، مس، آلومینیم، جیوه، طلا، نقره.

گروه دوم عناصر شیمیایی، غیر فلزات هستند مانند کربن، اکسیژن، نیتروژن، گوگرد. غیر فلزات جلای فلزی ندارند و جریان الکتریسته و گرما را به خوبی هدایت نمی‌کنند.

ماده ساده دیگر یعنی اکسیژن متصاعد می‌شوند. بدین ترتیب درواکنشهای شیمیایی، مولکولها تجزیه می‌شوند اما اتمها باقی می‌مانند.

تمرین

۱- اتم چیست؟ آیا درست است بگوییم اتم آب، اتم قند؟ چرا؟

۲- چه اتمهایی در ساختمان قند معمولی شرکت می‌کنند؟

۳- واکنش شیمیایی چیست؟ یک مثال بیاورید.

۴- چرا مواد گوناگونتر از انواع اتمها هستند؟

۴- عناصر شیمیایی

می‌دانید که عده انواع اتمها محدود است. تا حال ۱۰۴ نوع اتم یا عنصر شیمیایی شناخته شده است.

اگر قند را تجزیه کنیم ماده جامد باقی مانده، زغال است. از اینجا میتوان نتیجه گرفت که در ساختمان قند کربن وجود دارد. اما نمیتوان گفت که در قند (ماده محلول در آب)، زغال (ماده سیاه رنگ غیر محلول)

۱- عنصر شیمیایی چیست؟

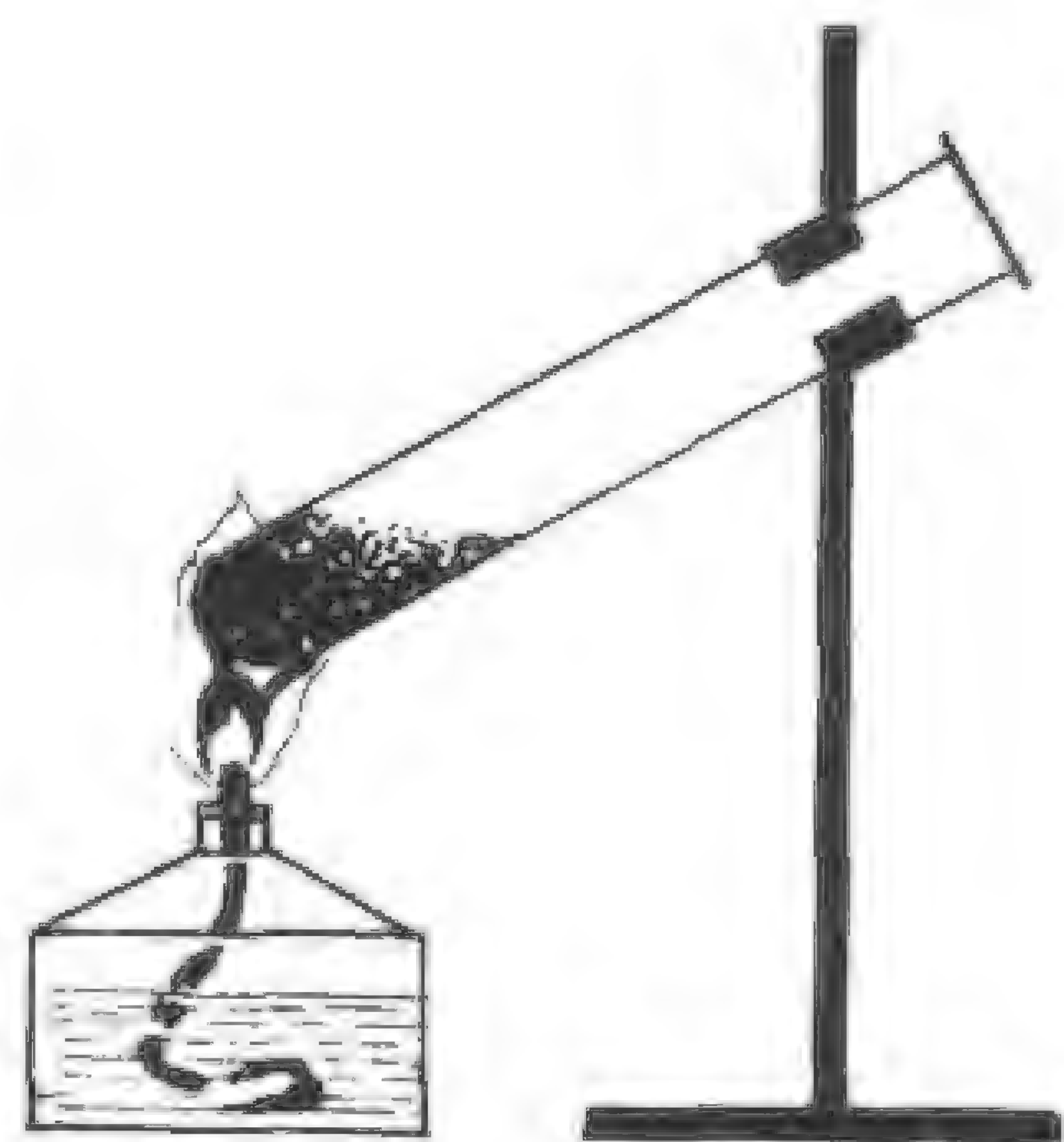
۲- عناصر شیمیایی به کدام دو گروه تقسیم می‌شوند؟ نشانه‌های ظاهری هر گروه را بیان کنید.

۳- هریک از این ترکیبات از چه عناصری تشکیل یافته‌است: اکسید جیوه، آب، قند؟

۴- مواد ساده و مرکب را بین این مواد مشخص کنید: تییدروژن، اکسید جیوه، مس، آب، اکسید مس، زغال، دی اکسید کربن.

۵- مخلوطها و ترکیبهای شیمیایی

آزمایش زیر را انجام دهید تا تفاوت بین مخلوط و ترکیب شیمیایی را به روشنی بفهمید. ۴ گرم گوگرد و ۷ گرم براده آهن را با هم مخلوط کنید (همان طور که می‌دانید اجزای این مخلوط را می‌توان مثلاً با آهن ربا جدا کرد). مخلوط را در لوله آزمایش بریزید و آن را روی شعله چراغ الکلی گرم کنید. مخلوط به زودی سرخ می‌شود و اگر چراغ الکلی را دور کنید این سرخی ادامه پیدا می‌کند. این به آن معنی است که بین آهن و گوگرد واکنش شیمیایی روی داده است که همراه با آزاد شدن گرماست (این



واکنش را گرمازا می‌نامند). وقتی که لوله آزمایش سرد شد، آن را با احتیاط بشکنید و ماده حاصل را در هاون بکوبید و خرد کنید. آیا در میان ذرات ماده حاصل ذرات آهن و گوگرد را مشاهده می‌کنید؟ صیقل آهن ربا را به گرد سیاه رنگ نزدیک کنید، چه مشاهده می‌کنید؟ گرد حاصل، ماده‌ای جدید است که از نظر خواص هم با گوگرد هم با آهن کاملاً تفاوت دارد.

گوگرد و آهن با یکدیگر ترکیب شده‌اند و ماده‌ای جدید تشکیل داده‌اند. این ماده یک ترکیب شیمیایی است و سولفید آهن نامیده می‌شود.

میتوان از آزمایش فوق و نظائر آن تفاوت‌های زیر را میان مخلوط و ترکیب در نظر گرفت:

۱- اجزاء تشکیل‌دهنده مخلوط خواص اولیه خود را در مخلوط حفظ می‌کنند. در صورتیکه اجزاء تشکیل‌دهنده ترکیب خواص اولیه خود را در ترکیب از دست می‌دهند.

۲- اجزاء تشکیل‌دهنده مخلوط را می‌توان به کمک روشهای فیزیکی از یکدیگر جدا کرد. در صورتیکه اجزاء تشکیل‌دهنده ترکیب را نمی‌توان با روشهای فیزیکی از یکدیگر جدا نمود.

۳- در تهیه مخلوط می‌توان اجزاء تشکیل‌دهنده را بهر نسبتی انتخاب کرد. در صورتیکه برای تهیه یک ترکیب بهر روش ممکن، نسبت وزنی اجزاء تشکیل‌دهنده ثابت است. مثلاً اگر ۴ گرم گوگرد را با ۱۰ گرم آهن مخلوط کنیم و در لوله آزمایش بریزیم و حرارت دهیم باز هم ۱۱، (۷ + ۴) گرم سولفید آهن به دست می‌آوریم. و ۳ گرم آهن باقی می‌ماند. برای تشکیل ۹ گرم آب همیشه ۸ گرم اکسیژن و یک گرم تییدروژن در واکنش شرکت می‌کنند.

۴- مخلوط شدن مواد معمولاً همراه با تغییرات

گرمایی قابل ملاحظه نیست، ولی ترکیب شدن مواد اغلب با تغییرات گرمایی آشکار همراه است.

تمرین

۱- واکنش ترکیب آهن و گوگرد را از نقطه نظر تئوری اتمی بیان کنید.

۲- برای انجام واکنش ترکیب گوگرد با آهن، ۷ گرم آهن را با ۷ گرم گوگرد مخلوط کرده‌اند. کدام ماده به تمامی مصرف می‌شود؟ کدام ماده و چه مقدار از آن باقی می‌ماند؟

۶- جرم اتمی . اتم گرم

جرم اتم هر عنصر ثابت است. اما این جرم به قدری کوچک است که اگر آن را برحسب گرم بیان کنیم عددی بسیار کوچک خواهد بود که محاسبات را بسیار دشوار خواهد کرد. به همین جهت در شیمی جرم نسبی یعنی نسبت جرم اتم به واحد انتخاب شده را در محاسبات به کار می‌برند. امروزه واحد کربنی را به عنوان واحد جرم اتمها پذیرفته‌اند^۱. واحد کربنی $\frac{1}{12}$ جرم اتم کربن است. جرم اتم که برحسب واحد کربنی^{۱۲} بیان شده باشد، جرم اتمی نامیده می‌شود. بدین ترتیب، جرم اتمی نشان می‌دهد که جرم اتم مورد نظر چند برابر $\frac{1}{12}$ جرم اتم کربن است. جرم اتمی کربن در واحد کربنی برابر با ۱۲ است. جرم اتمی گوگرد ۳۲ است، یعنی جرم اتم گوگرد ۳۲ برابر $\frac{1}{12}$ جرم اتم کربن است. جرم اتم ئیدروژن تقریباً $\frac{1}{16}$ جرم اتم کربن است، یعنی

جرم اتمی ئیدروژن در واحد کربنی نزدیک ۱ است. همان طور که می‌بینید، جرم اتمی جرمهای نسبی اتمها را نشان می‌دهد و وقتی که از آن نام می‌برند، همین نمی‌کنند که در چه واحدی بیان شده است.

می‌دانید که خواص شیمیایی عناصر در واکنشهای شیمیایی آنها ظاهر می‌شود. همان طور که دیدید در آزمایشها لازم می‌شود واکنشها را نه تنها از جنبه کیفی (چه موادی در واکنش شرکت می‌کنند و چه موادی تشکیل می‌شوند)، بلکه از جنبه کمی (چه مقدار از مواد مصرف می‌شوند یا به دست می‌آیند) نیز بیان کنیم. مقیاس مقدار ماده، جرم آن است. امروزه تقریباً در تمام کشورها "گرم" را به عنوان واحد جرم پذیرفته‌اند. اما استفاده از یک واحد جرم در تمام موارد مناسب نیست. به همین جهت در عمل، واحدهای گوناگون به کار می‌برند. در داروخانه‌ها معمولاً "گرم"، در مضارقه‌های خواربار فروشی کیلوگرم، در صنایع شیمیایی تن را به کار می‌برند. در شیمی همراه با گرم از مقیاسی مخصوص به نام اتم گرم و مولکول گرم استفاده می‌کنند.

مقدار عنصر شیمیایی بر حسب گرم که از نظر عددی با جرم اتمی آن عنصر برابر است، اتم گرم آن نامیده می‌شود.

بدین ترتیب برای این که بدانیم چه مقدار از یک عنصر شیمیایی، اتم گرم آن را تشکیل می‌دهد، کافی است جرم اتمی آن را بنویسیم و کلمه "گرم" را به دنبال آن اضافه کنیم. در جدول زیر جرم اتمی و اتم گرم چند عنصر را می‌بینید:

۱- ابتدا جرم اتم ئیدروژن و سپس $\frac{1}{16}$ جرم اتم اکسیژن را به عنوان واحد اندازه‌گیری جرم اتمها انتخاب کرده بودند.

عنصر	جرم اتمی	اتم گرم
تیدروژن	۱	۱ گرم
اکسیژن	۱۶	۱۶ گرم
کربن	۱۲	۱۲ گرم
گوگرد	۳۲	۳۲ گرم
آهن	۵۶	۵۶ گرم
مس	۶۴	۶۴ گرم

فیزیک دانان عده اتمهای موجود در یک اتم گرم از هر عنصر را یافته اند: در اتم گرم هر عنصر 6.02×10^{23} اتم یافت می شود.

$$N = 6.02 \times 10^{23}$$

عدد N یکی از اساسی ترین ثابتهای فیزیک و شیمی است و عدد آووگادرو نامیده می شود.

تمرین

۱- اتم گوگرد چند بار سنگین تر از اتم اکسیژن است؟

۲- منخ آهنی $5/6$ گرم وزن دارد. آن را بر حسب اتم گرم نمایش دهید.

۳- یک متر سیم مسی $6/4$ گرم وزن دارد. چه طولی از آن را بگیریم تا برابر یک اتم گرم مس شود؟

۴- در $\frac{1}{3}$ اتم گرم کربن چند گرم و چند اتم کربن موجود است؟

۷- علامتهای عنصرهای شیمیایی

در شیمی زبانی مخصوص به نام زبان شیمیایی

به کار برده می شود که شرح ساختمان مواد و واکنشهای بین آنها را آسان می کند. اینک با الفبای این زبان یعنی علامتهای شیمیایی آشنا می شویم.

هر عنصر شیمیایی را با علامتی مخصوص مشخص می کنند. این علامت را از اولین حرف نام لاتینی عنصر اختیار می کنند. مثلاً "H, O, C, N به ترتیب عناصر کربن (Carboneum), اکسیژن (Oxygenium), تیدروژن (Hydrogenium), نیتروژن (Nitrogenium) را نشان می دهند.

وقتی که نام چند عنصر با یک حرف شروع شود، حرف اول و یکی دیگر از حروف نام آنها را اختیار می کنند معمولاً حرف اول را بزرگ و حرف دوم را کوچک می نویسند. مانند Cu (Cuprum) علامت عنصر مس و Cl (Chlorum) علامت عنصر کلر است.

در جدول صفحه بعد علامت شیمیایی و جرم اتمی بعضی عناصر را می بینید:

۸- فرمول شیمیایی . جرم مولکولی . مولکول گرم

چون مولکول هر ماده از اجتماع اتمها حاصل می شود، پس علامت شیمیایی هر مولکول باید نوع اتمها و تعداد آنها را معین کند.

نمایش ترکیب ماده را به وسیله علامتهای شیمیایی، فرمول شیمیایی می نامیم. مثلاً اکسیژن را به صورت O_2 و تیدروژن را به صورت H_2 می نویسند. این فرمولها نشان می دهند که مولکول اکسیژن از دو اتم اکسیژن و مولکول تیدروژن از دو اتم تیدروژن تشکیل یافته است. آب را به صورت H_2O نمایش می دهند، یعنی مولکول آب از دو اتم تیدروژن و یک اتم اکسیژن تشکیل یافته است.

نام فارسی	نام لاتینی	علامت شیمیایی	جرم اتمی
تیدروژن	Hydrogenium	H	۱
اکسیژن	Oxygenium	O	۱۶
کربن	Carboneum	C	۱۲
نیتروژن	Nitrogenium	N	۱۴
گوگرد	Sulfur	S	۳۲
فسفر	Phosphorus	P	۳۱
کلر	Chlorum	Cl	۳۵/۵
ناتریوم (سدیم)	Natrium	Na	۲۳
کالیم (پتاسیم)	Kalium	K	۳۹
منیزیم	Magnesium	Mg	۲۴
کلسیم	Calcium	Ca	۴۰
آهن	Ferrum	Fe	۵۶
مس	Cuprum	Cu	۶۴
روی	Zincum	Zn	۶۵
جیوه	Hydrargyrum	Hg	۲۰۱

اتمهای موجود در یک گرم تیدروژن برابر شود، جرم مولکولی آب برابر ۱۸ و جرم اتمی تیدروژن برابر با ۱ است. این به آن معنی است که مولکول آب ۱۸ بار سنگین تر از اتم تیدروژن است. پس عده مولکولهای آب در ۱۸ گرم آب با عده اتمهای تیدروژن در یک گرم تیدروژن برابر است.

وزن $10^{23} \times 6/02$ مولکول = یک مولکول گرم

مقدار ماده بر حسب گرم که از نظر عددی با جرم مولکولی آن برابر است، مولکول گرم نامیده می شود. برای تعیین مولکول گرم یک ماده کافی است جرم مولکولی آن را حساب کنیم و کلمه "گرم" را به دنبال آن بیفزاییم.

به طور کلی تعداد $10^{23} \times 6/02$ ذره از هر ماده را یک مول می نامند. مثلاً "منظور از یک مول اتم سدیم تعداد $10^{23} \times 6/02$ اتم سدیم می باشد و یا یک مول مولکول تیدروژن برابر

وقتی که به فرمول شیمیایی ماده ای نگاه می کنیم فوراً می فهمیم که این ماده، ساده است یا مرکب، از چه عناصری تشکیل یافته است، چند اتم از هر عنصر در ساختمان مولکولی آن شرکت می کند. به علاوه جرم مولکولی (M) آن را می توان از روی فرمول شیمیایی حساب کرد. جرم مولکولی ماده، جرم مولکول آن ماده است که بر حسب واحد کربنی بیان شده باشد. بدین ترتیب، جرم مولکولی نشان می دهد که جرم مولکول ماده مورد نظر چند برابر $\frac{1}{12}$ جرم اتم کربن است. برای تعیین جرم مولکولی هر ماده، جرم اتمی اتمهای تشکیل دهنده مولکول آن را جمع می کنیم، مثلاً "جرم مولکولی آب با فرمول H_2O :

$$M = 1 \times 2 + 16 = 18$$

اما مولکول گرم چیست؟

فرض کنید که لازم است تا مقداری از آب بگیریم تا عده مولکولهای موجود در آن با عده

$10^{23} \times 6/02$ مولکول هیدروژن (H_2) و یک مول اتم هیدروژن شامل $10^{23} \times 6/02$ اتم هیدروژن (H) خواهد بود.

بنابراین یک مولکول گرم از هر ماده برابر وزن یک مول از مولکولهای آن ماده است.
در جدول زیر جرم مولکولی و مولکول گرم چند ماده را می بینید:

مولکول گرم	جرم مولکولی	ماده
۱۸ گرم	۱۸	H_2O
۳۲ "	۳۲	O_2
۲ "	۲	H_2
۴۴ "	۴۴	CO_2

برابر جرم گوگرد اولیه است. در صورتی که بدانیم در هر مولکول این ترکیب فقط یک اتم گوگرد وجود دارد، فرمول این ترکیب کدام است؟

۷- در FeS نسبت وزنی گوگرد به آهن، ۴ به ۷ است ولی از گوگرد و آهن ترکیبی دیگر نیز می شناسیم که در آن، در برابر ۷ گرم آهن، ۸ گرم گوگرد وجود دارد. فرمول این ترکیب کدام است؟

۸- فرض کنیم که یک قطره آب $0/18$ میلی لیتر حجم داشته باشد. معین کنید اگر مولکولهایی را که در این حجم قرار دارد بین ساکنان کره زمین (سه میلیارد) تقسیم کنیم، به هر نفر چند مولکول می رسد.

۹- حجم مولی . قانون آووگادرو

برای اندازه گیری مواد فقط وزن به کار نمی رود، در مورد مایعات ساده تر و بهتر است حجم آنها را اندازه بگیریم. به همین جهت مثلاً بنزین را با مقیاس حجمی (لیتر) می فروشند.

وزن کردن گازها بسیار دشوارتر است. گازها را معمولاً فقط با مقیاس حجمی (لیتر یا مترمکعب) اندازه می گیرند. اما می دانید که حجم گازها ثابت نیست و بر حسب دما و فشار تغییر می کند. معمولاً حجم گازها را در شرایط متعارفی (دمای $0^{\circ}C$ و فشار 760 میلیمتر ستون جیوه) اندازه می گیرند.

حجمی که یک مولکول گرم از هر گاز در شرایط متعارفی اشغال می کند، حجم مولی آن گاز نامیده می شود. حجم مولی تمام گازها یکسان و در شرایط متعارفی تقریباً برابر $22/4$ لیتر است.

قانون آووگادرو- دانستید که حجم مولی تمام

تمرین

۱- یک اتم اکسیژن، دو اتم اکسیژن، یک مولکول اکسیژن، دو مولکول اکسیژن را با علامت شیمیایی و فرمول مشخص کنید.

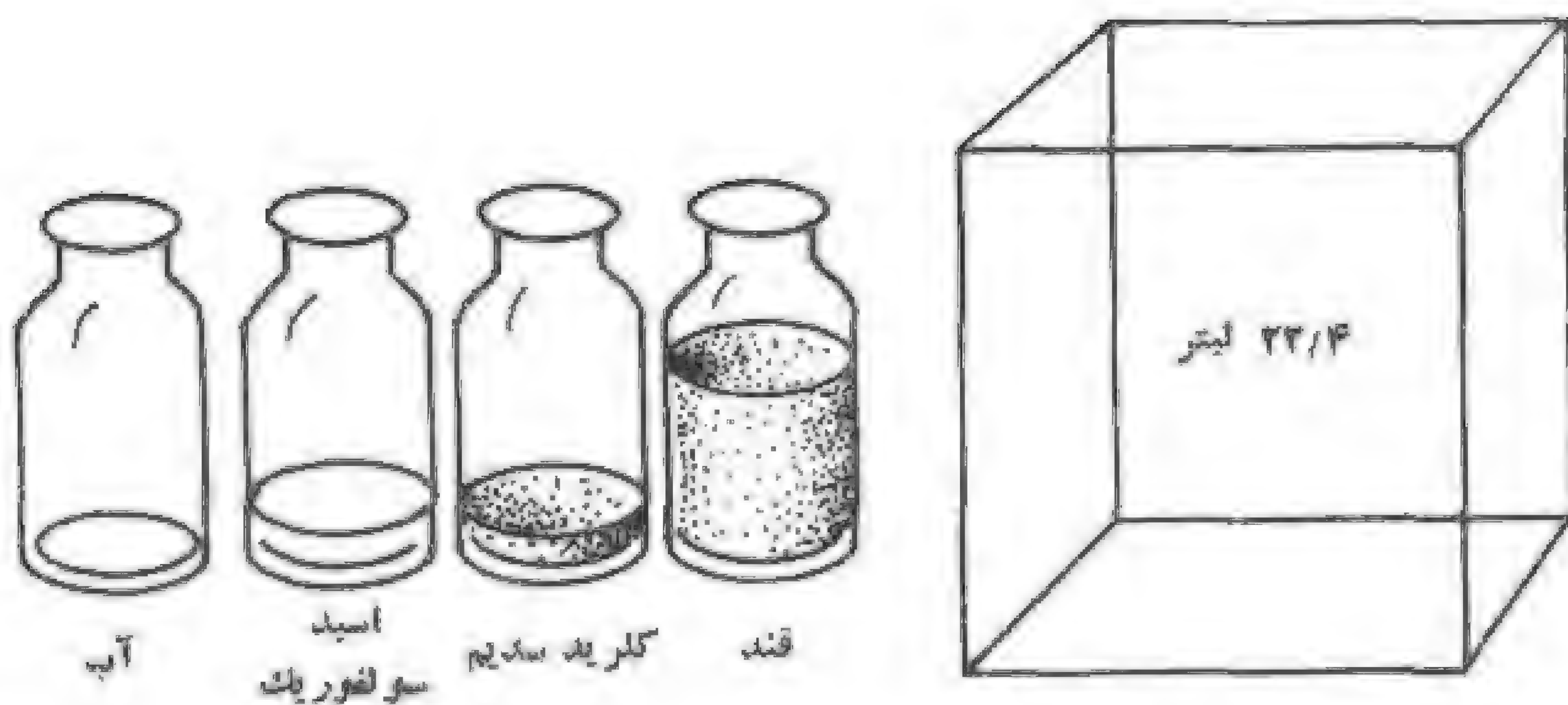
۲- مولکول آب چند بار سنگین تر از مولکول هیدروژن است؟

۳- عده اتمها در یک گرم اکسیژن بیشتر است یا در یک گرم هیدروژن؟

۴- عده اتمها در ۶ گرم کربن با عده اتمها در چند گرم اکسیژن برابر است؟

۵- با استفاده از جدول جرم اتمی عناصر، جرم مولکولی و مولکول گرم اسید سولفوریک (H_2SO_4) و اسید نیتریک (HNO_3) را حساب کنید.

۶- گوگرد در موقع سوختن، با اکسیژن ترکیب می شود و ترکیبی به دست می آید که جرم آن دو



مواد مایع و جامد به طور عمده به ابعاد خود مولکولها بستگی دارد.

از قانون آووگادرو نتایج مهمی حاصل می شود، با استفاده از این قانون می توان وزن حجمی، چگالی نسبی و جرم مولکولی گازها را حساب کرد.

مثال ۱ - جرم یک لیتر گاز نیتروژن را در شرایط متعارفی پیدا کنید.

مولکول گرم هر گاز از جمله نیتروژن ($N_2 = 28$) در شرایط متعارفی ۲۲/۴ لیتر حجم دارد. بنا بر این جرم یک لیتر نیتروژن در شرایط متعارفی $\frac{28}{22.4} = 1.25$ گرم است.

مثال ۲ - چگالی نسبی گاز دی اکسید کربن را نسبت به تیدروژن حساب کنید.

می دانیم که در شرایط مساوی دما و فشار در حجمهای مساوی از تمام گازها عده مولکولهای یکسان وجود دارد. بنابراین برای تعیین چگالی نسبی دو گاز کافی است که نسبت جرم مولکولی گاز اول به گاز دوم را حساب کنیم. جرم مولکولی دی اکسید کربن $CO_2 = 44$ و جرم مولکولی تیدروژن $H_2 = 2$ است. پس چگالی نسبی گاز دی اکسید کربن به گاز تیدروژن $\frac{44}{2} = 22$ است، یعنی گاز دی اکسید کربن ۲۲ بار سنگین تر از گاز تیدروژن است.

مثال ۳ - جرم ۲/۸ لیتر اکسیژن (در شرایط

گازها در شرایط یکسان با یکدیگر برابر است. نیز می دانید که در یک مولکول گرم از هر ماده، 6.02×10^{23} مولکول وجود دارد. بنا بر این می توان نتیجه ای کلی تر گرفت که در حجمهای مساوی از گازهای متفاوت در شرایط یکسان دما و فشار، عده مولکولهای مساوی وجود دارد. این قانون، نخستین بار به وسیله آووگادرو دانشمند ایتالیایی بیان شده و به نام او نیز مشهور است.

قانون آووگادرو شامل مواد در حالت های مایع و جامد نمی شود، زیرا مولکول گرم مایعات و جامدات، هر چند که عده مولکولهای آنها برابر باشد، حجمهای متفاوت را اشغال می کنند. در شکل بالا حجم مولی گازها در ردیف حجم مولکول گرم چند مایع و جامد نشان داده شده است.

اما چرا فقط گازها از قانون آووگادرو پیروی می کنند؟

فاصله مولکولها در گازها، در مقایسه با ابعاد مولکولها، بسیار زیاد است. به همین جهت حجم اشغال شده به وسیله مولکول بسیار کم است. حجم کلی گاز به طور عمده با فاصله های بین مولکولها تعیین می شود و این فاصله ها نیز در دما و فشار یکسان برای همه گازها یکسان است. ولی مولکولها در مواد مایع و جامد بسیار نزدیک یکدیگرند. حجم

متعارفی ۴ گرم است، جرم مولکولی آن کدام است؟
می دانیم که یک مولکول گرم از هر گاز در شرایط
متعارفی ۲۲/۴ لیتر حجم دارد.

بنابراین:

$$\begin{array}{ll} \text{گرم وزن دارد } 4 & 2/8 \text{ لیتر} \\ \text{جرم مولکولی } x = 32 & 22/4 \end{array}$$

مثال ۴ - چگالی نسبی گازی نسبت به اکسیژن
مساوی با ۲ است، جرم مولکولی این گاز را پیدا
کنید، این گاز دوبار سنگین تر از اکسیژن است و این
به آن معنی است که هر مولکول این گاز ۲ بار سنگین تر
از مولکول اکسیژن است، جرم مولکولی اکسیژن (O_۲)
مساوی با ۳۲ است، بنا بر این جرم مولکولی این
گاز $64 = 32 \times 2$ است.

تمرین

۱ - جرم یک لیتر از این گازها را حساب
کنید: متان CH_۴، آمونیاک NH_۳.

۲ - درده میلی لیتر گاز نیتروژن چند مولکول
نیتروژن موجود است؟

۳ - چگالی نسبی گاز نیتروژن نسبت به
نیتروژن مساوی با ۱۴ است، جرم مولکولی نیتروژن
را حساب کنید.

۴ - جرم یک لیتر گازی در شرایط متعارفی
۲/۵ گرم است، جرم مولکولی این گاز را پیدا کنید.

۵ - ظرفیت عناصر و فرمولهای شیمیایی

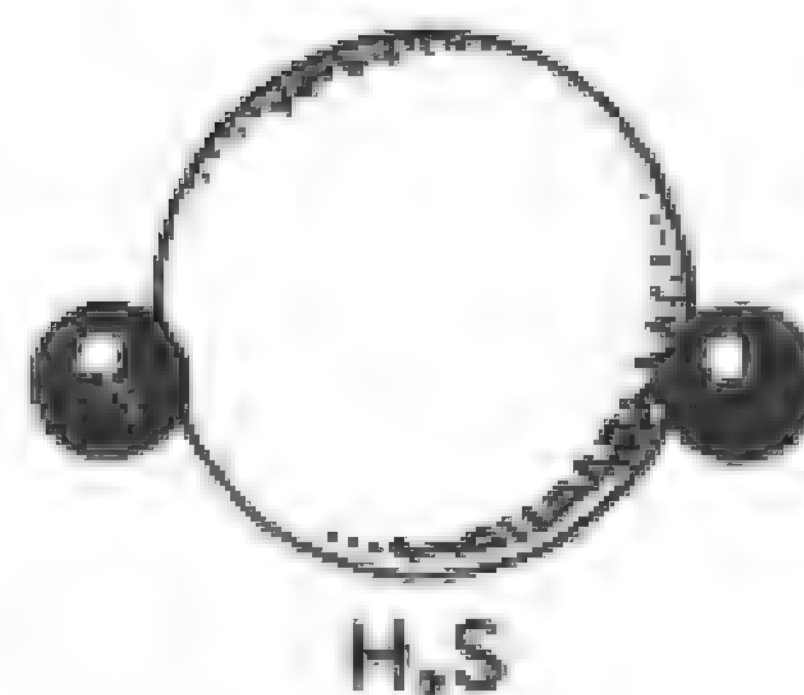
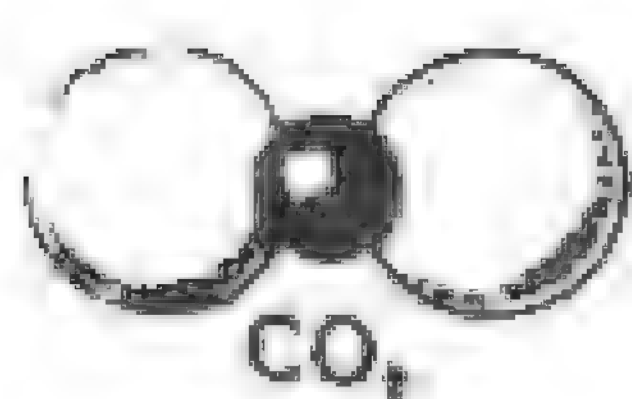
از بررسیهای گذشته دریافتید که چند عنصر
ممکن است با یکدیگر ترکیب شوند و یک ماده مرکب
به وجود آورند، بنا به تعریف دالتون و دانشمندان
دیگر ترکیب شیمیایی میان دو عنصر نتیجه ترکیب
اتمهای آنها و تشکیل مولکولهای ماده مرکب است.

مثال اول - آزمایشهای گوناگون نشان داده
است که آهن و گوگرد به نسبت ۵۶ گرم آهن
و ۳۲ گرم گوگرد ترکیب می شوند، هرگاه به جدول
وزن اتمی عناصر رجوع کنید می بینید که ۵۶ گرم
آهن نماینده یک اتم گرم آهن و ۳۲ گرم گوگرد
نماینده یک اتم گرم گوگرد است، مفهوم این نسبت
آن است که اتمهای آهن و گوگرد به نسبت مساوی
با یکدیگر ترکیب می شوند و سولفید آهن را به
وجود می آورند، به زبان دیگر، قابلیت ترکیب
اتمهای گوگرد و آهن به نسبت ۱ به ۱ می باشد و از
این رو ماده حاصل را با FeS نشان می دهند.

FeS را فرمول شیمیایی سولفید آهن می نامند.
"فرمول شیمیایی یک ماده، نوع اتمها و عدده
آنها را در مولکول آن نشان می دهد"

مثال دوم - از تجزیه الکتریکی آب دانستید
که نسبت وزنی ترکیب نیتروژن به اکسیژن در آب
همیشه ۱ به ۸ یا ۲ به ۱۶ است، با مراجعه به
جدول وزن اتمی عناصر به این نتیجه می رسیدیم که
ترکیب این دو عنصر به نسبت ۲ اتم نیتروژن و یک اتم
اکسیژن است و فرمول شیمیایی آب حاصل H_۲O می باشد
از دو مثال فوق نتیجه می گیریم که در هر
ترکیب شیمیایی، عناصر به نسبت وزنی ثابت با
یکدیگر ترکیب می شوند (قانون نسبتهای ثابت در
یک ترکیب)، بنابراین باید گفت که در ماده
مرکب، نسبت اتمهای گوناگون به یکدیگر ثابت
است.

ظرفیت عناصر (والانس) - از مجموع مطالعات گذشته
به این نتیجه رسیدیم که اتم هر عنصر قابلیت ترکیب
مشخصی با اتمهای عناصر دیگر دارد، ظرفیت یا
والانس مقیاسی است برای قابلیت ترکیب اتمها با
یکدیگر، برای آن که بتوان به هر عنصر عدد ظرفیتی



در مثالهای زیر ظرفیت هر یک از عناصر به وسیله یک یا چند خط نشان داده شده است:

علامت شیمیایی عناصر اولیه	فرمول شیمیایی ترکیب حاصل
Na — — Cl	NaCl
H — — Cl	HCl
Na — > O	Na ₂ O
Al ≤ > O	Al ₂ O ₃
Al ≤ > O	
Fe < > S	FeS
C ≡ > O	CO ₂

همان طور که دیده می شود در هر یک از این فرمولهای شیمیایی تعداد کلی ظرفیتهای دو عنصری که با یکدیگر ترکیب می شوند با هم برابرند. با توجه به این مثالها می توان دستور ساده زیر را برای نوشتن فرمول ترکیبهای دوتایی (ترکیبهایی که از دو عنصر تشکیل یافته اند) به کار برد:

مشخصی داد، تیدروژن را واحد انتخاب کرده و به آن ظرفیت یک داده اند. ظرفیت عناصر دیگر را نیز تعداد اتمهای تیدروژنی می دانند که با یک اتم از آن عنصر ترکیب می شوند.

مثلاً "ظرفیت اکسیژن در آب ۲ است زیرا با دو اتم تیدروژن ترکیب شده است.

با مقایسه فرمولهای شیمیایی ترکیبات گوناگونی چون کلرید تیدروژن (HCl)، آب (H₂O)، گاز آمونیاک (NH₃) و گاز متان (CH₄) می توان نتیجه گرفت که اتم کلر یک ظرفیتی، اکسیژن دو ظرفیتی، نیتروژن سه ظرفیتی و کربن چهار ظرفیتی است.

با توجه به مثالهای فوق می توان تعریف ساده زیر را برای ظرفیت یک عنصر در نظر گرفت. ظرفیت یک عنصر عبارت از تعداد تیدروژن و یا کلری که با یک اتم عنصر ترکیب می شود.

شکل بالا مولکولهای گوناگونی را نشان می دهد. ظرفیت هر یک از عناصر را در آنها تعیین کنید.

روش نوشتن فرمول و نام گذاری ترکیبات شیمیایی:

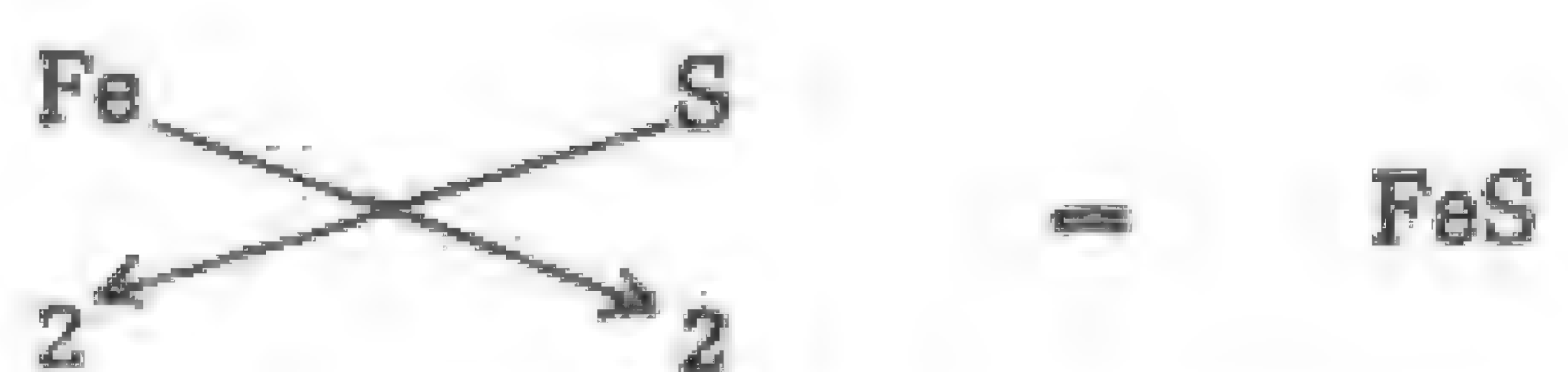
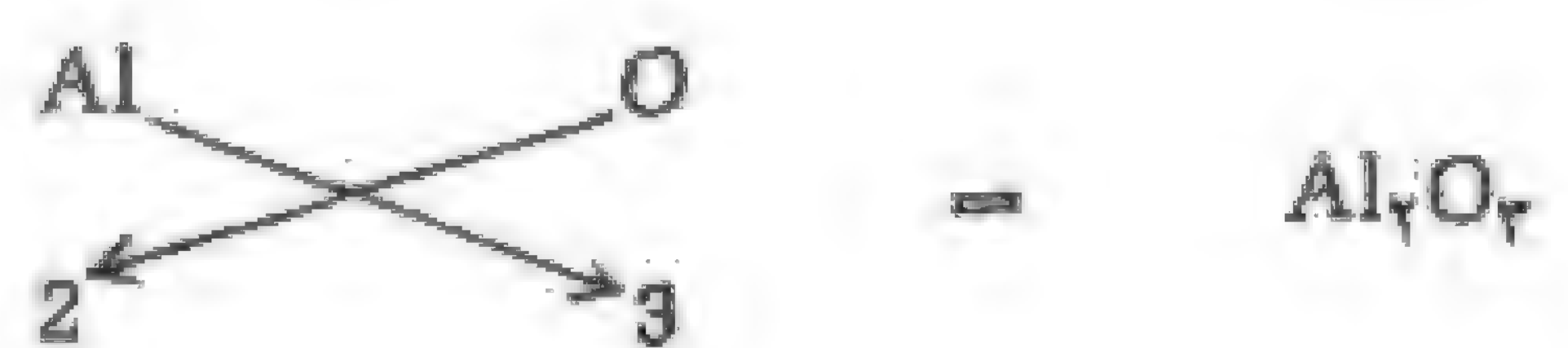
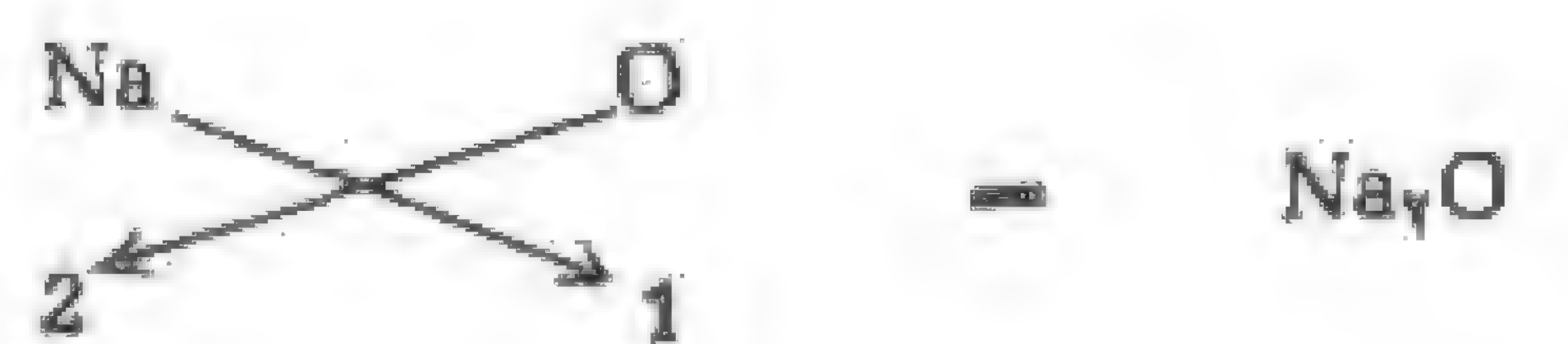
با استفاده از علامتهای شیمیایی عناصر و رعایت ظرفیت آنها می توان فرمول ترکیبها را نوشت.

۱- علامت شیمیایی فلز یا ئیدروژن را در سمت چپ و علامت شیمیایی غیر فلز را در سمت راست می نویسند .

۲- ظرفیت هر عنصر را ضریب عنصر دیگر قرار می دهند .

۳- ضرایب را ساده کرده و از نوشتن عدد (۱) صرف نظر می کنند .

مثال : فرمول شیمیایی ترکیبهای (اکسیژن با سدیم) ، (اکسیژن با آلومینیم) و (گوگرد با آهن) به قرار زیر است :



برای نام گذاری این نوع ترکیبها معمولا نام غیر فلز را که به " اید " ختم شده است ذکر کرده و سپس نام فلز یا ئیدروژن را می آورند .
مثال :

HCl	کلرید ئیدروژن
NaCl	کلرید سدیم
H ₂ S	سولفید ئیدروژن
Al ₂ O ₃	اکسید آلومینیم

ظرفیتهای متغیر - برخی عناصر بیش از یک

ظرفیت دارند . برای مثال از آهن و کربن دو نوع ترکیب — فرمولهای FeCl₂ و FeCl₃ وجود دارد . ظرفیت آهن در ترکیب اول دو است و با دو اتم کربن ترکیب شده است (کربن یک ظرفیتی است) ، و ظرفیت آهن در ترکیب دوم ، سه است زیرا با سه اتم کربن ترکیب شده است . در این گونه موارد می گویند آهن ظرفیتهای متغیر دارد .

فرمول و نام دو نوع کلرید آهن را به قرار زیر می نویسند .

کلرید آهن (II) FeCl₂

کلرید آهن (III) FeCl₃

ترکیبهای بالا را کلرید آهن دو و کلرید آهن سه می خوانند .

تمرین ۱- هرگاه بدانید که مس دارای ظرفیتهای یک و دو می باشد ، فرمول و نام کلریدها و اکسیدهای آن را بنویسید .

تمرین ۲- نام ترکیبهای زیر را بنویسید .

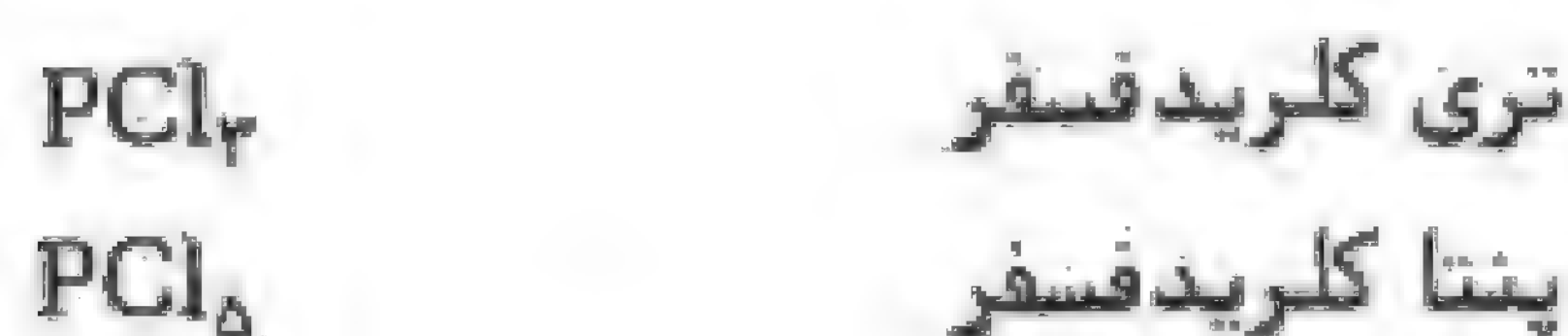
FeBr ₂	FeBr ₃	NH ₃
Al ₄ C ₃	Al ₂ S ₃	Na ₃ N
MgO	MnO ₂	SnCl ₂
BaCl ₂	MnO	SnCl ₄

در مواردی که دو غیر فلز با هم ترکیب شوند اغلب نام غیر فلزی را که دارای ظرفیت کوچکتر است ذکر کرده ، آخر آن را به " اید " ختم می کنند و سپس نام غیر فلز دیگر را می آورند . برای بیان تعداد اتمها نیز از اعداد یونانی استفاده می کنند ^۱ .

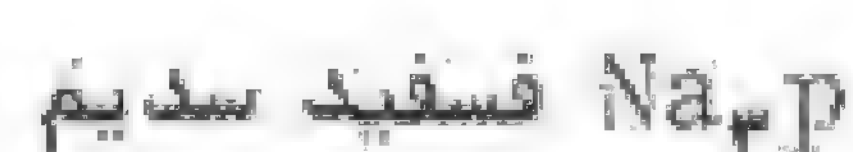
مثال : فسفر با دو ظرفیت سه و پنج با کربن

۱- نام گذاری یونانی اعداد : مونو (mono) برای یک مانند منواکسید کربن (CO) ، دی (di) —

ترکیب شده و دو نوع کلرید فسفر به شرح زیر پدید می‌آورد.



فسفیدها: فسفر با برخی از فلزها نیز ترکیبی بنام فسفید تولید میکند که ظرفیت فسفر در آن ۳ می‌باشد.
مثال:

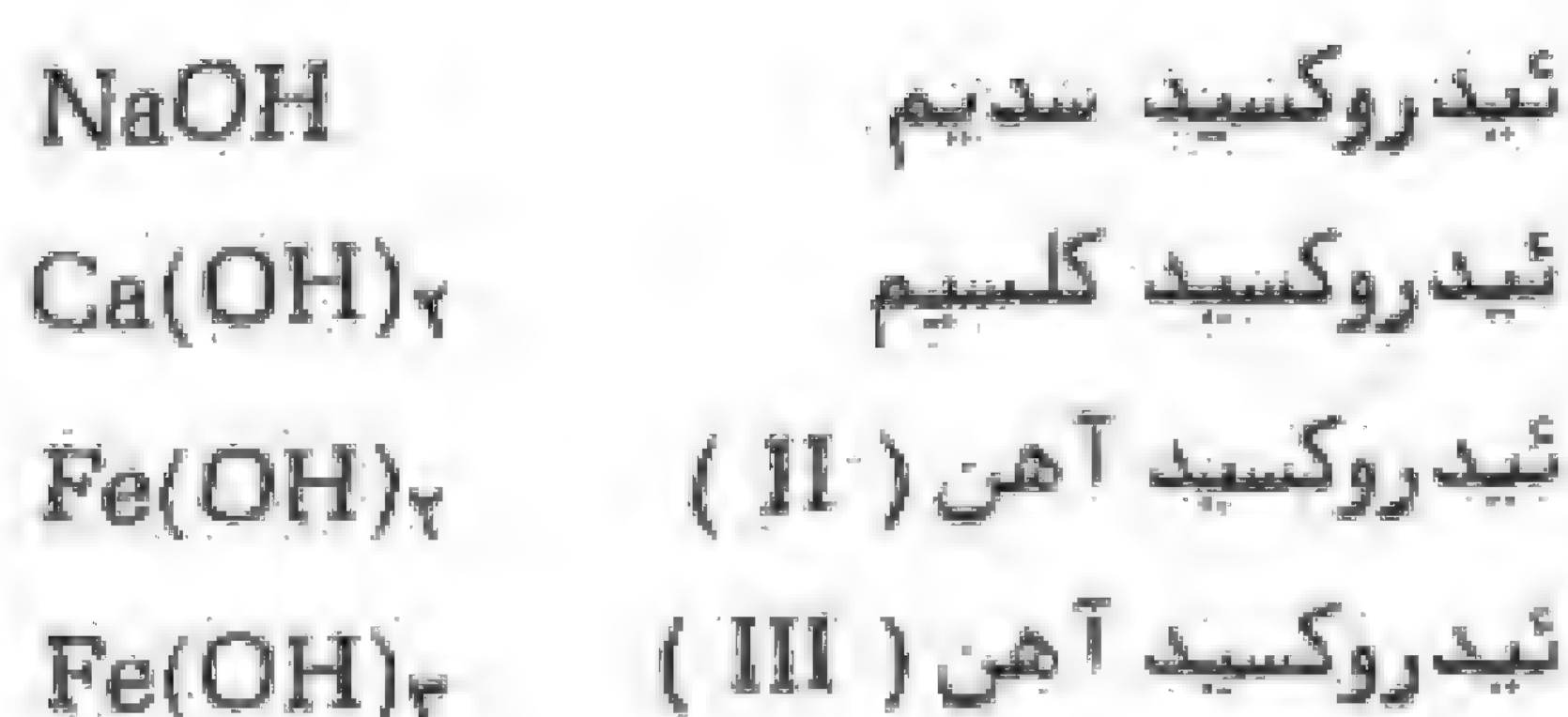


تمرین - فرمول شیمیایی ترکیبهای زیر را بنویسید.

تری اکسید فسفر، پنتو کسید فسفر، دی اکسید گوگرد، تری اکسید گوگرد، تترا کلرید کربن، سولفید کربن.

ترکیبهای سه تایی - گروه دیگری از مواد شیمیایی که از سه عنصر تشکیل شده‌اند، ترکیبهای سه تایی نامیده می‌شوند که آنها را می‌توان به سه دسته تقسیم کرد.

الف - ئیدروکسیدها - اگر از مولکول آب (H_2O) یک ئیدرژن برداشته شود یک گروه یک ظرفیتی ($\text{OH} -$) باقی می‌ماند که گروه ئیدروکسید نامیده می‌شود. این گروه یک ظرفیتی با فلزات تولید ئیدروکسیدهای فلزی می‌نماید. مثال:



ب - اسیدهای اکسیژن دار - از ترکیب بسیاری از اکسیدهای غیر فلزی با آب موادی به دست می‌آید که خاصیت اسیدی دارند. مثال:



چون معمولاً "غیر فلزات با ظرفیتهای مختلف با اکسیژن ترکیب می‌شوند برای نام گذاری اسیدهای حاصل، آخر نام اسیدی را که از اکسید دارای غیر فلز با ظرفیت کمتر حاصل شده است به "او" و آخر نام اسیدی که از اکسید دارای غیر فلز با ظرفیت بیشتر تولید شده است به "ایک" ختم می‌کنند. مثال:



در این ترکیبات نیز مانند ترکیبات دو تایی مجموع ظرفیت‌های اکسیژن باید برابر مجموع ظرفیتهای دو عنصر دیگر باشد. مثلاً در اسید سولفورو (H_2SO_3) مجموع ظرفیتهای اکسیژن برابر ($3 \times 2 = 6$) و مجموع ظرفیتهای دو عنصر دیگر نیز ($4 + 2 = 6$) است. هم چنین در اسید سولفوریک (H_2SO_4) مجموع ظرفیتهای اکسیژن ($4 \times 2 = 8$) و مجموع ظرفیتهای دو عنصر دیگر نیز ($6 + 2 = 8$) است.

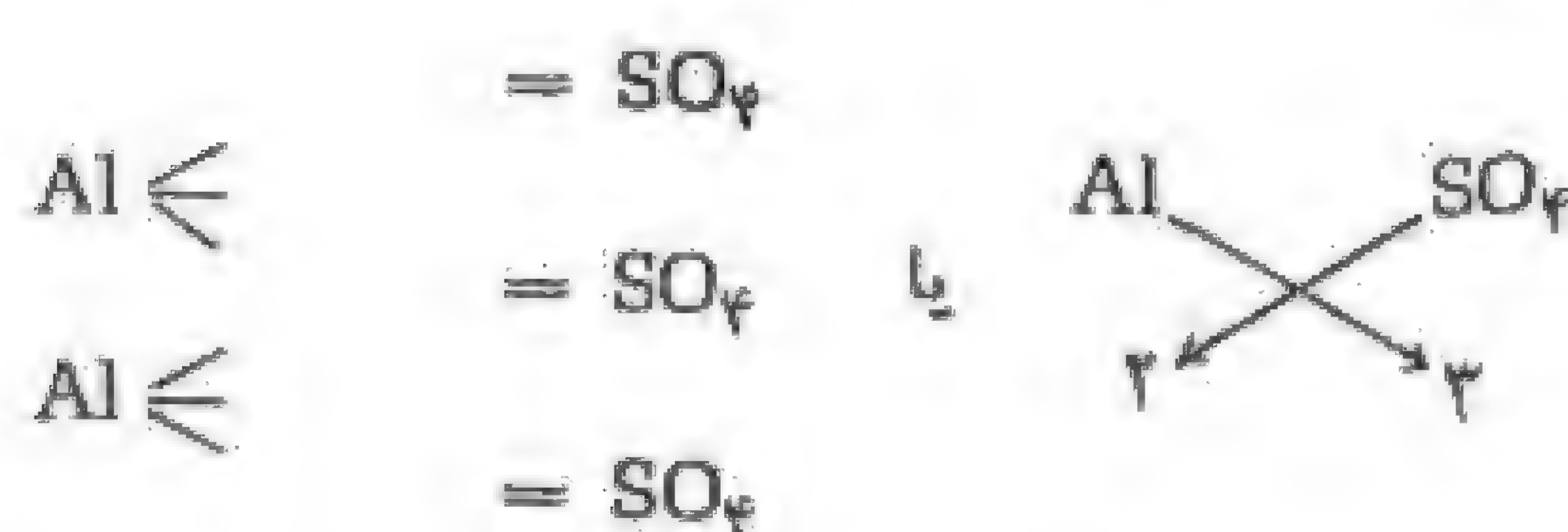
برای دو مانند دی اکسید کربن (CO_2)، تری (tri) برای سه مانند تری کلرید فسفر (PCl_3)، تترا (tetra) برای چهار مانند تترا کلرید کربن (CCl_4) و بالاخره پنتا (Pente) برای پنج مانند پنتا کلرید فسفر (PCl_5).

ج - اگر به جای ئیدروژن اسیدها فلز قرار گیرد ماده حاصل نمک نامیده می شود . مثال : ترکیبهای زیر همگی نمک به شمار می روند .

Na_2SO_4	سولفات سدیم
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	نیتрат کلسیم
CaCO_3	کربنات کلسیم
NaHSO_4	سولفات ئیدروژن سدیم
$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$	کربنات ئیدروژن کلسیم

در مورد نمکها نیز مانند ترکیبهای دوتایی ، ظرفیت فلز را برای بنیان و ظرفیت بنیان را برای فلز در نظر می گیریم .

برای مثال ، فرمول سولفات آلومینیم مطابق شرح زیر طوری نوشته می شود که تعداد کلی ظرفیتهای آلومینیم و سولفات برابر باشد .



بنابراین فرمول این ماده $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ خواهد بود .

جدول صفحه بعد نام و فرمول و ظرفیت عدهای از عناصر و بنیانها را نشان می دهد .

یادآوری : بنیان یک ظرفیتی آمونیم (NH_4) که در این جدول دیده می شود می تواند مانند فلزها ، با غیر فلزها یا بنیانهای دیگر جدول ترکیب شود .

مثال :

NH_4Cl	کلرید آمونیم
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	سولفات آمونیم
NH_4OH	ئیدروکسید آمونیم

بنیانها - اگر ئیدروژن اسیدها را برداریم باقیمانده بنیان نامیده می شود . بدیهی است که ظرفیت بنیانها برابر تعداد ئیدروژن برداشته شده است . برای نام بنیانها نیز در مورد ترکیبی که از غیر فلز با ظرفیت کمتر حاصل شده است از پسوند " ایت " و برای ظرفیت بیشتر پسوند " آت " به کار می برند .

مثال :

بنیان دو ظرفیتی سولفات SO_4^{--}

از اسید سولفوریک H_2SO_4

بنیان دو ظرفیتی سولفیت SO_3^{--}

از اسید سولفورو H_2SC_3

بنیان یک ظرفیتی نیترات NO_3^-

از اسید نیتریک HNO_3

بنیان یک ظرفیتی نیتريت NO_2^-

از اسید نیترو HNO_2

برای محاسبه ظرفیت غیر فلز در اسیدهای سه تایی می توان تعداد کلی اتمهای ئیدروژن را از کل ظرفیتهای اکسیژن کم کرد . مثال :

ظرفیت گوگرد در اسید سولفوریک (H_2SO_4) برابر $6 = (2) - (4 \times 2)$ می باشد .
پرسش : ظرفیت گوگرد را در اسید سولفورو (H_2SO_3) و ظرفیت نیتروژن را در اسید نیتریک (HNO_3) و اسید نیترو (HNO_2) تعیین کنید .

بدیهی است که ظرفیت گوگرد در بنیان سولفات (SO_4^{--}) نیز از کم کردن ظرفیت بنیان از کل ظرفیتهای اکسیژن به دست می آید $6 = 2 - (4 \times 2)$

پرسش : ظرفیت کربن را در بنیان کربنات CO_3^{--} حساب کنید .

جدول نام و فرمول و ظرفیت عده‌ای از عناصر و بنیانها

K —	پتاسیم	H —	تیدروژن
Na —	سدیم	NH ₄ —	آمونیم
Mg =	منیزیم	— F	فلوئورید
Al ≡	آلومینیم	— Br	برمید
Ca =	کلسیم	— I	یدید
Fe =	آهن	— Cl	کلرید
Fe ≡	آهن	= S	سولفید
Cu —	مس	≡ P	فسفید
Cu =	مس	— NO ₂	نیتрат
Zn =	روی	— NO ₂	نیتريت
Ag —	نقره	= SO ₄	سولفات
Sn =	قلع	= SO ₄	سولفیت
Sn ≡	قلع	= CO ₃	کربنات
Ba =	باریم	≡ PO ₄	فسفات
Hg =	جیوه	≡ PO ₄	فسفیت
Pb ≡	سرب	— OH	تیدروکسید

۳- فرمول ترکیبات زیر را بنویسید.

کربنات تیدروژن پتاسیم ، نیترات نقره ،
سولفات آلومینیم ، نیترات آهن (II) ، نیترات
آهن (III) ، کربنات روی ، تیدروکسید پتاسیم ،
تیدروکسید آلومینیم ، فسفات کلسیم ، سولفیت
باریم ، کربنات آمونیم ، سولفات سرب ، نیتريت
سدیم .

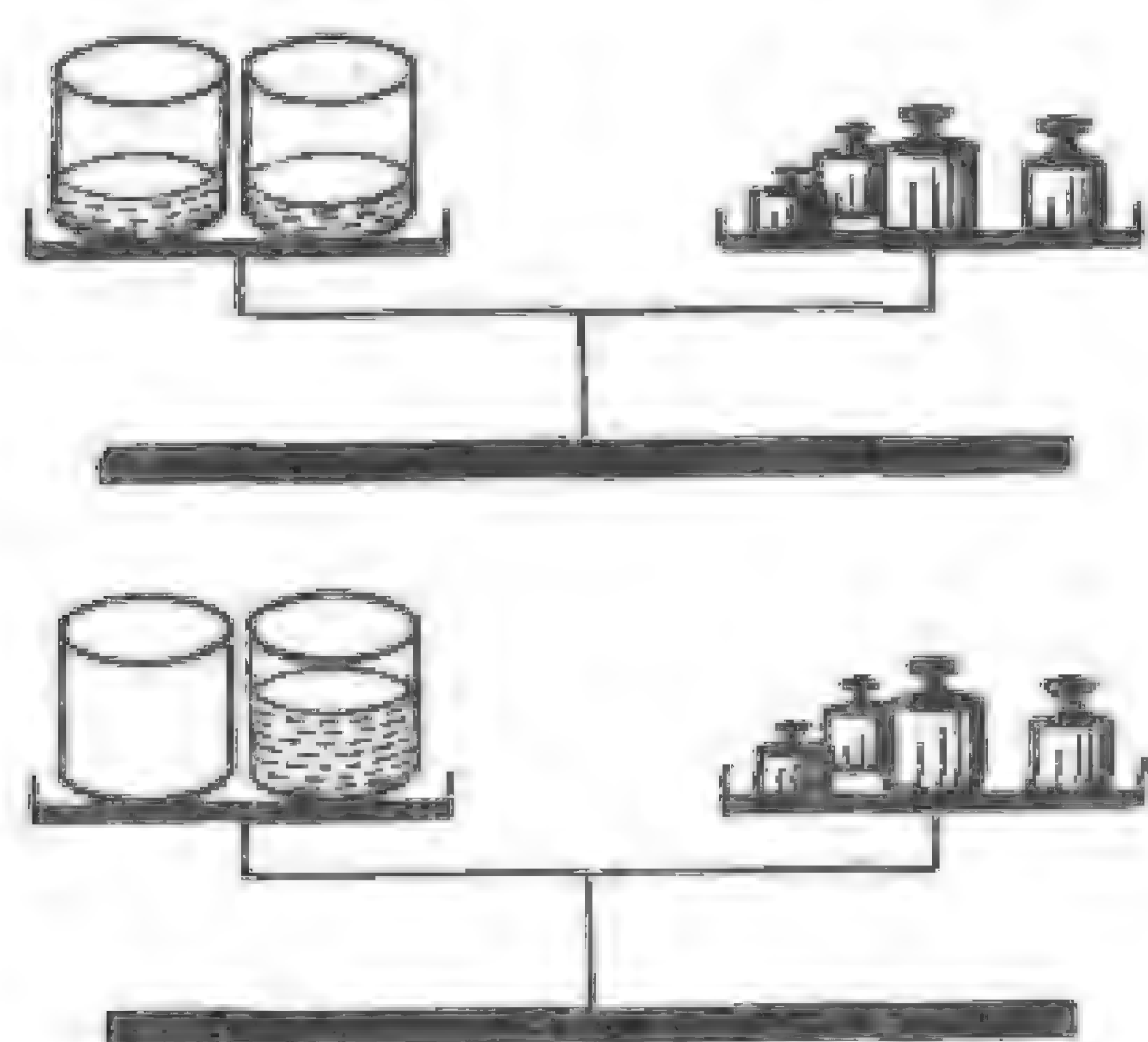
۴- فرمول شیمیایی مواد زیر را بنویسید و
وزن مولی آنها را حساب کنید :

سولفات باریم ، اکسید روی ، کربنات سدیم ،
تیدروکسید کلسیم ، اکسید آهن (II) ، اکسید
آهن (III) ، فسفات سدیم ، فسفیت پتاسیم ،
نیترات روی ، کربنات کلسیم ، سولفیت سدیم ،
سولفید سدیم ، سولفات آهن (III) .

۵- فلز دو ظرفیتی X وجود دارد . فرمول
شیمیایی هریک از اکسید ، کلرید ، نیترات ،
تیدروکسید ، کربنات و سولفات آن را بنویسید .

۱۱- قانون بقای جرم مواد . معادله شیمیایی

می‌دانید که اتمها در واکنشهای شیمیایی



و فنی محلولهای کلرید سدیم و نیترات نقره با همدیگر مخلوط
شوند رسوب سفید رنگی بدست می‌آید که حاکی از یک تغییر
شیمیایی است . ولی با وجود این تغییر شیمیایی تغییری در
وزن داده نشده است .

تمرین

۱- فرمول شیمیایی ترکیبات زیر را با استفاده
از جدول ظرفیت عناصر بنویسید :

اکسید پتاسیم ، کلرید کلسیم ، سولفید نقره ،
اکسید سرب ، برمید نقره ، کلرید آلومینیم ، یدید
پتاسیم ، سولفید سرب ، کلرید آمونیوم ، فسفید
منیزیم ، فسفید آلومینیم .

۲- نام ترکیبات زیر را بنویسید .

$Zn(NO_3)_2$ ، $FeSO_4$ ، $Fe_2(SO_4)_3$
 $Al(NO_3)_3$ ، K_3PO_4 ، $Mg(NO_3)_2$
 $BaSO_4$ ، $SnCl_4$ ، $PbCl_2$

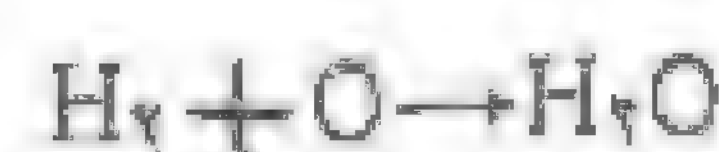
باقی می مانند، پس جرم آنها نیز باقی می ماند. در نتیجه در یک واکنش شیمیایی، جرم موادی که بر یکدیگر اثر می کنند با جرم مواد تشکیل شده برابر است. این قانون مهم را قانون بقای جرم می نامند. اگر فرمولهای شیمیایی مواد وارد در واکنش شیمیایی و حاصل از آن را بدانیم، واکنش شیمیایی را می توانیم با معادله شیمیایی نشان دهیم. نمایش واکنش شیمیایی را به وسیله فرمولهای شیمیایی، معادله شیمیایی می نامیم.

معادله شیمیایی را به این ترتیب تشکیل می دهیم:

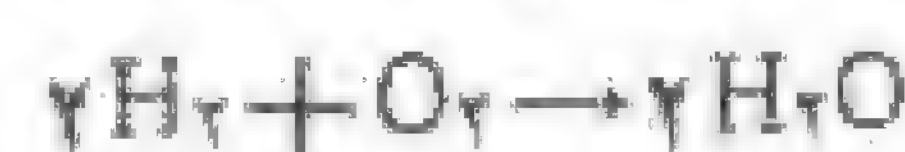
۱- فرمولهای موادی را که در واکنش شرکت می کنند در قسمت چپ معادله و فرمولهای مواد تشکیل شده در نتیجه واکنش را در قسمت راست معادله می نویسیم.

۲- در جلو فرمولها ضرایبی قرار می دهیم تا عده اتمهای عناصر در قسمتهای چپ و راست معادله برابر شوند.

به عنوان مثال معادله واکنش ترکیب هیدروژن و اکسیژن را تشکیل می دهیم. ابتدا فرمول مواد شرکت کننده در واکنش و ماده تشکیل شده را می نویسیم:



سپس ضریبهای لازم را قرار می دهیم. در آن صورت معادله واکنش به این صورت در می آید:



این معادله نشان می دهد که: ۱- هر مولکول اکسیژن با دو مولکول هیدروژن در واکنش شرکت می کند و در نتیجه دو مولکول آب تشکیل می شود.

۲- ۳۲ گرم اکسیژن با ۴ گرم هیدروژن در واکنش شرکت می کند و در نتیجه ۳۶ گرم آب تشکیل می شود.

۳- در شرایط متعارفی، ۲۲/۴ لیتر اکسیژن با $2 \times 22/4 = 44/8$ لیتر هیدروژن در واکنش شرکت می کند و در نتیجه $44/8 = 2 \times 22/4$ لیتر بخار آب حاصل می شود.

انواع مهم واکنشهای شیمیایی عبارتند از: یادآوری- در دوره راهنمایی با ۴ نوع واکنش شیمیایی به شرح زیر آشنا شدید.

۱- واکنشهای ترکیب - واکنشهایی که در آنها از چند ماده یک ماده جدید حاصل می شود، واکنشهای ترکیب نامیده می شوند. مانند:



۲- واکنشهای تجزیه - واکنشهایی که در آنها از یک ماده چند ماده جدید حاصل می شود، واکنشهای تجزیه نامیده می شوند. مانند تجزیه آب:



کربنات کلسیم نیز با اثر حرارت تجزیه می شود:



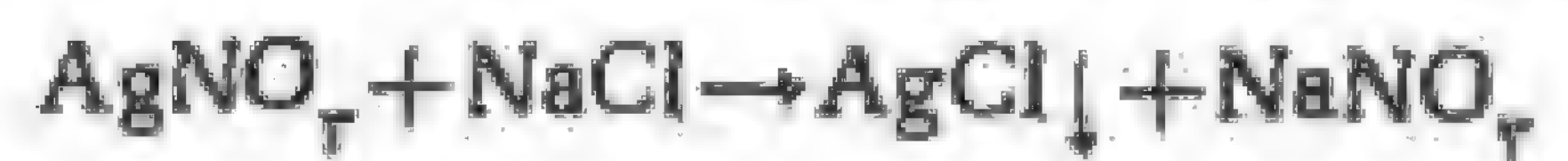
۳- واکنشهای جانشینی ساده - واکنشهای بین مواد ساده و مرکب که در آنها اتمهای تشکیل دهنده ماده ساده جانشین اتمهای یکی از عناصر ماده مرکب می شوند، واکنشهای جانشینی ساده نامیده می شوند. اگر میله ای از آهن را درون محلول سولفات مس قرار دهیم، اتمهای آهن به جای اتمهای مس می نشینند. در این واکنش سولفات آهن به وجود می آید و مس آزاد می شود.



۴- واکنشهای جانشینی دوگانه - واکنشهای

بین دو ماده مرکب که در آنها جا به جایی بنیانیها صورت می گیرد، واکنشهای جانشینی دو گانه نامیده می شوند.

مثال این نوع واکنش ترکیب محلول کلرید سدیم با محلول نیترات نقره که در نتیجه رسوب کلرید نقره پدید می آید.

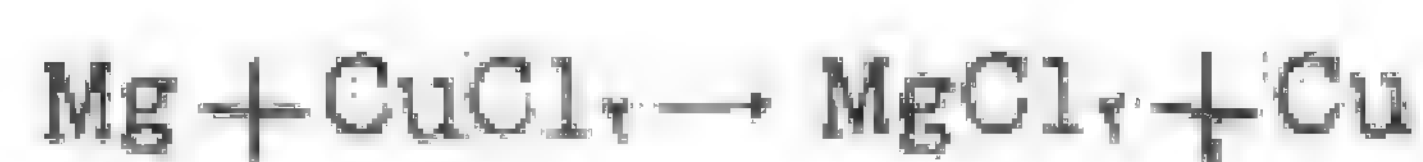


تمرین

۱- معادله واکنشهای زیر را بنویسید:

الف - کربن با اکسیژن ترکیب می شود و دی اکسید کربن می دهد، ب - کلر با تییدروژن ترکیب می شود و کلرید تییدروژن می دهد، ج - کربن بر بخار آب اثر می کند و تییدروژن و متواکسید کربن تولید می کند.

۲- در واکنشهای زیر ضرایب مربوط را بنویسید:



۳- واکنش ترکیب N_2O_5 و N_2O_3 را با آب و نام اسیدهای حاصل را بنویسید.

۴- از ترکیب $\frac{3}{4}$ گرم نیترات نقره با محلول نمک طعام (کلرید سدیم):

الف: چند گرم رسوب کلرید نقره بدست می آید.

ب: جرم کلرید سدیم بکار رفته چقدر است.

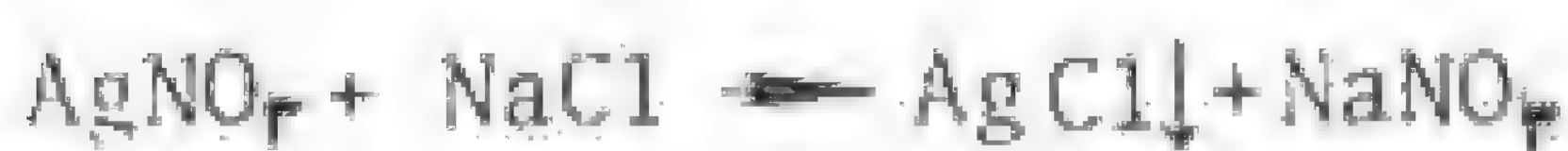
حل: ابتدا جرم اتمی عناصر بکار رفته در

این واکنش را از جدول جرم اتمی عناصر که در آخر کتاب است بدست می آوریم.

$$\text{Ag} = 108 \quad \text{O} = 16 \quad \text{N} = 14$$

$$\text{Cl} = 35.5 \quad \text{Na} = 23$$

سیس معادله موازنه شده واکنش را نوشته و محاسبه می نمائیم.



مطابق واکنش فوق یک ملکول گرم AgNO_3

(۱۷۰ گرم) یک ملکول گرم AgCl (۱۴۳/۵ گرم) تولید می کند.

$$\text{گرم } 170 \quad \text{گرم } 143.5$$

$$\text{گرم } 3/4 \quad x = \frac{143.5 \times 3/4}{170} = \boxed{\text{گرم } 2/87 \text{ AgCl}}$$

هم چنین مطابق واکنش فوق یک ملکول گرم

AgNO_3 (۱۷۰ گرم) با یک ملکول گرم کلرید سدیم (۵۸/۵ گرم) ترکیب میگردد.

$$\text{گرم } 170 \quad \text{گرم } 58.5$$

$$\text{گرم } 3/4 \quad x = \boxed{\text{گرم } 1/17 \text{ NaCl}}$$

۵- از حرارت دادن ۱۰ گرم کربنات کلسیم:

الف: چند گرم اکسید کلسیم بدست می آید.

ب: چند گرم CO_2 تولید میشود. حجم

این گاز در شرایط متعارفی چند میلی لیتر است.

ج- الف: با مصرف شدن ۱/۱۲ گرم آهن چند

گرم مس را میتوان از محلول سولفات مس آزاد سازد.

ب: سولفات آهن تولید شده چند گرم جرم دارد.

ج: جرم سولفات مس به کار رفته چقدر است.

۷- در یک آزمایش، $3/6$ گرم فلز آلومینیم در اسید کلرئیدریک حل شده است.

الف: چند میلی لیتر گاز در شرایط متعارفی

به دست آمده است.

ب: چند گرم HCl مصرف شده است؟

۸- در تجزیه الکتریکی آب برای تهیه $5/6$ میلی لیتر گاز ئیدروژن در شرایط متعارفی:

الف: چند گرم آب مصرف می شود.

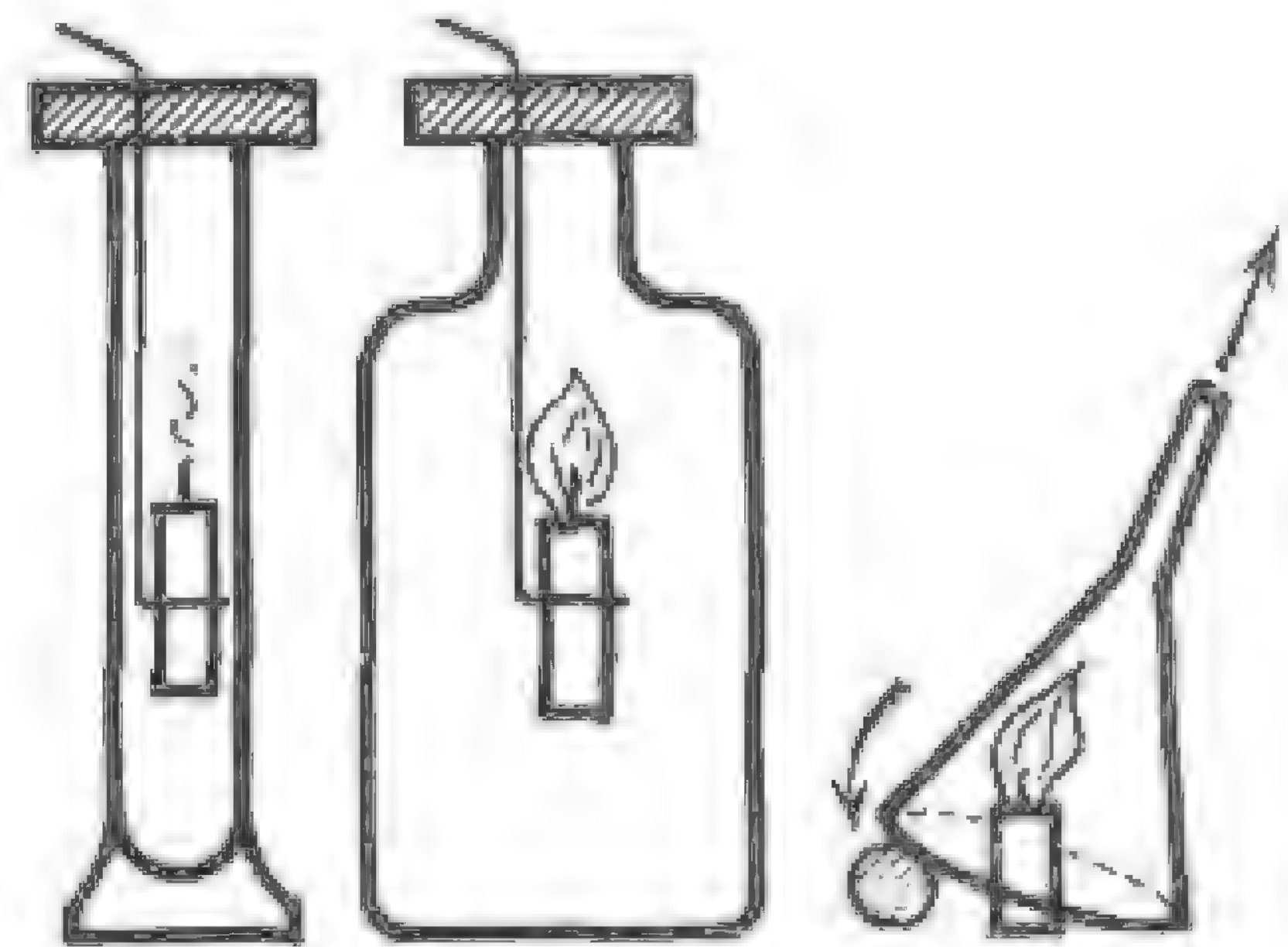
ب: چند گرم اکسیژن به دست می آید.

گاز اکسیژن حاصل در شرایط متعارفی چقدر است؟

هوا. اکسیژن

۱- هوا

آزمایش - سه شمع را روشن کنید، اولی را در ظرفی که دارای حجم کمی است و دومی را در ظرفی که دارای حجم زیادتری است، بگذارید، سومی را در زیر قیفی که هوا می‌تواند در آن جریان داشته باشد قرار دهید.



چه مشاهده می‌کنید؟ کدام شمع زودتر خاموش می‌شود؟ کدام شمع خاموش نمی‌شود؟ چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟ اگر از جریان هوا در زیر قیف جلوگیری کنیم، چه روی می‌دهد؟

در کتاب علوم اول راهنمایی خوانده‌اید که سوخت، کدام است و دمای احتراق چیست. برای سوختن ماده سوختنی اولاً باید آن را تا دمای معین (دمای احتراق) گرم کرد، ثانیاً هوای کافی به آن رساند.

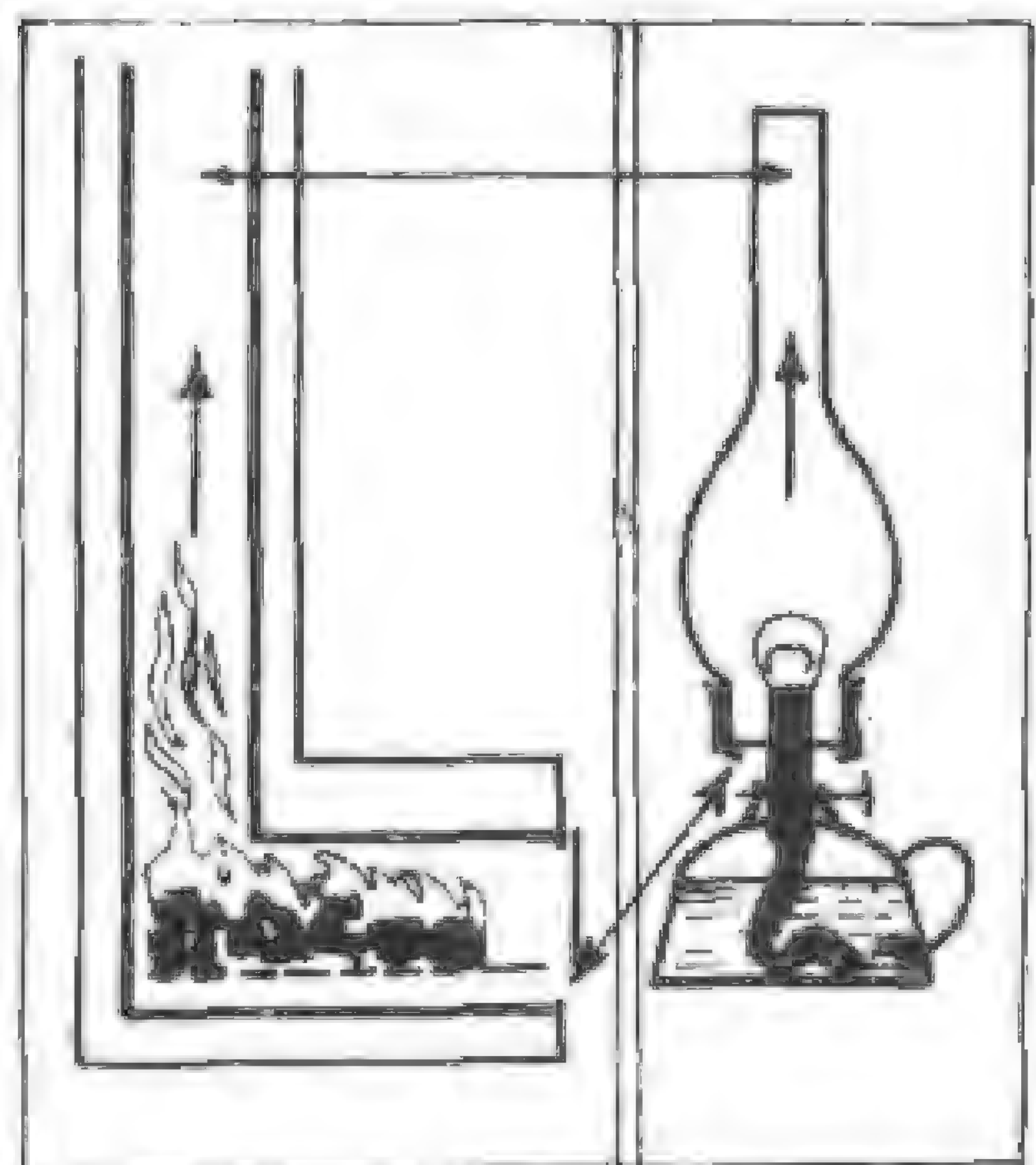
دودکش به جریان هوا در اجاق کمک می‌کند. در صنعت برای بهتر سوختن سوخت از دم یا بادزن

استفاده می‌کنند. چراغ گاز آزمایشگاه دارای دریچه‌ای است که هوا از آنجا وارد می‌شود و با تنظیم آن می‌توان هوای کافی وارد کرد تا شعله دلخواه تولید گردد. برای خاموش کردن آتش باید از ورود هوا به محل آتش جلوگیری کرد یا آن را سرد کرد یعنی به دمایی پایین‌تر از دمای احتراق رساند. اگر لباس آتش گرفته باشد آن را می‌توان با پتو خاموش کرد. آتش سوزی به وسیله بنزین و نفت و سایر مواد نفتی را با خاک، شن یا دی اکسید کربن خاموش می‌کنند.

برای خاموش کردن چوب یا زغال در حال احتراق، روی آنها آب می‌ریزیم. آب، چوب یا زغال در حال احتراق را سرد می‌کند و مانع سوختن آنها می‌شود.



هوای داخل لوله جذب پیروگالل می شود .



چراغ نفتی دستگاهی ساده برای سوختن ماده سوختنی است. هواکش آن کجا قرار دارد؟ چه چیز در آن نقش دودکش را به عهده دارد؟ وقتی که چراغ نفتی روشن است، لوله چراغ را با احتیاط بردارید. چه روی می دهد؟ چراغ پنج چراغ را بتکرتان بدارید تا قتیله آن بالا بیاید. چه روی می دهد؟ اثر قتیله از پاره اولی تا بیاید چه روی می دهد؟ چراغ با انگشتان خود محل ورود هوا را ببندید چه روی می دهد؟ چراغ آیا سوختن در کوره شباهتی با سوختن نفت در چراغ دارد؟ فستهای مختلف این دو دستگاه را باهم مقایسه کنید.

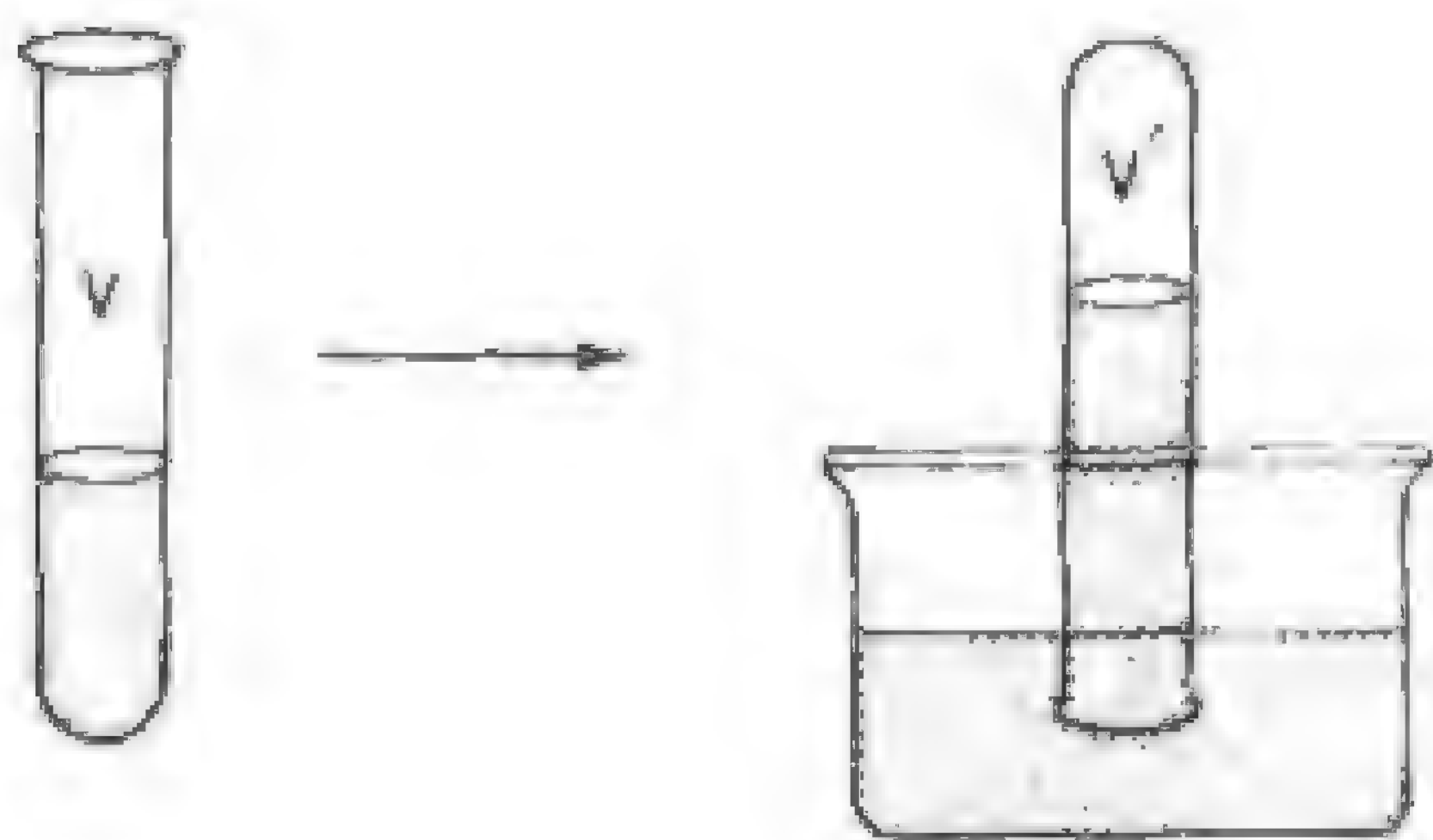
هوا مخلوطی از چندین ماده گازی شکل است

اما بیش از همه از گازهای نیتروژن و اکسیژن تشکیل یافته است و در محاسبات عادی نیز هوا را مخلوطی از اکسیژن و نیتروژن به حساب می آورند .

برای تعیین درصد اکسیژن و نیتروژن می توان

به این شکل عمل کرد : که در یک لوله آزمایش مدرج مقداری از محلول یک ماده جاذب اکسیژن بنام پیروگالل می ریزیم . یک بلور ژییدروکسید پتاسیم به آن اضافه می کنیم . دهانه لوله را با در لاستیکی محکم می بندیم و حجم هوای بالای لوله را یادداشت می کنیم . فرض می کنیم حجم هوای بالای لوله V سانتیمتر مکعب باشد . لوله را مدت چند دقیقه به شدت تکان می دهیم . اکسیژن

حال لوله آزمایش را در تشتک پر از آبی وارگون می کنیم و در آن را بر می داریم . آب وارد لوله می شود و جای اکسیژن جذب شده را می گیرد . لوله را دوباره می بندیم و آن را از تشتک بیرون



می آوریم . حجم جدید بالای محلول را می خوانیم . فرض می کنیم حجم جدید مساوی V' سانتیمتر مکعب باشد . آزمایش نشان می دهد که $\frac{V'}{V} = 0.79$ است ، یعنی ۲۱٪ حجم هوا اکسیژن و ۷۹٪ آن نیتروژن است .

گازهای دیگر موجود در هوا - اگر جسم سردی را از یخچال خارج کنیم مشاهده می کنیم که روی آن شبنم تشکیل می شود . بخار آب موجود در هوا در تماس با جسم سرد به مایع تبدیل می شود و شبنم تولید می کند . مقدار بخار آب در هوا بر حسب زمان و مکان تغییر می کند . مقدار بخار آب در هوای گرم و مرطوب بیشتر و در هوای سرد و خشک کمتر است . اگر مقداری آب آهک را در برابر هوا قرار دهیم ، روی آن لایه سفید رنگی به وجود می آید . این لایه کربنات کلسیم است و معلوم می شود که در هوا دی اکسید کربن وجود دارد که با آهک تولید کربنات کلسیم می کند . نسبت دی اکسید کربن در

هوا ۵/۵۵۳ تا ۵/۵۵۴ است. در هوای شهرهای
 پرک دی اکسید کربن بیشتر از دشتها و جنگلهاست،
 ولی جریانهای هوایی یعنی باد دائما" جو را بهم
 می زنند و نسبت گازها را در هوا به صورت بکناخت
 در می آورد.

در هوا مقداری از گازهای بی اثر مانند آرگن
 Ar و هلیم He و نئون Ne و کریپتون Kr و گزنون
 Xe وجود دارد. این گازها مجموعا" حدود یک در
 صد هوا را تشکیل می دهند. مولکولهای این گازها
 یک اتمی است.

در هوا همچنین مقداری گرد و غبار و گازهای
 سولفید نیتروژن، اکسیدهای نیتروژن، آمونیاک
 وجود دارد. نزدیک کارخانه ها گازهای دیگر نیز
 ممکن است یافت شود. بعضی از این گازها برای
 سلامتی انسان زیان آورند و گیاهان را نابود می کنند.
 دستگاههای صنعتی باید برای سالم نگه داشتن محیط
 زیست اجازه ندهند گازهای زیان آور وارد هوا شود
 و برای جلوگیری از ورود آنها به جو باید از
 صافیهای جذب کننده استفاده کنند. به طور متوسط
 مقدار درصد حجمی مهمترین گازهایی که در هوای
 خشک وجود دارد به قرار زیر است:

نیتروژن	۷۸
اکسیژن	۲۱
گازهای بی اثر	۰/۹۴
دی اکسید کربن	۰/۰۳
سایر گازها	۰/۰۳

باید دانست که هوای اطراف زمین مانند
 پوششی موجودات زنده را از تابشهای کیهانی
 محافظت می کند. این تابشها دارای انرژی بسیار
 زیادی و برای جانداران خطرناکند ولی بر اثر

برخورد با جو فقط حدود یک درصد آنها به زمین
 می رسد و بقیه جذب می شوند.

تمرین

۱ - مواد ساده و مرکب موجود در هوا کدام
 است؟

۲ - در باره گازهای بی اثر چه می دانید؟

۳ - چه شرایطی لازم است تا ماده شروع به
 سوختن کند و به سوختن ادامه دهد؟

۴ - چگونه می توان آتش را خاموش کرد؟

۵ - چه نوع سوختی را در منزل به کار
 می برید و از چه دستگاهی برای سوختن سوخت
 استفاده می کنید؟ تحقیق کنید آیا در سوختن سوخت
 آب نیز تشکیل می شود یا نه؟

۶ - به وسیله چه آزمایشی می توان نسبت
 حجمی اکسیژن و نیتروژن را در هوا اندازه گرفت؟
 یک گاز دیگر را که در هوا وجود دارد نام ببرید و
 معلوم کنید چگونه می توان وجود آن را در هوا ثابت
 کرد.

۷ - چه شرایطی لازم است تا آهن در هوا رنگ
 بزند؟

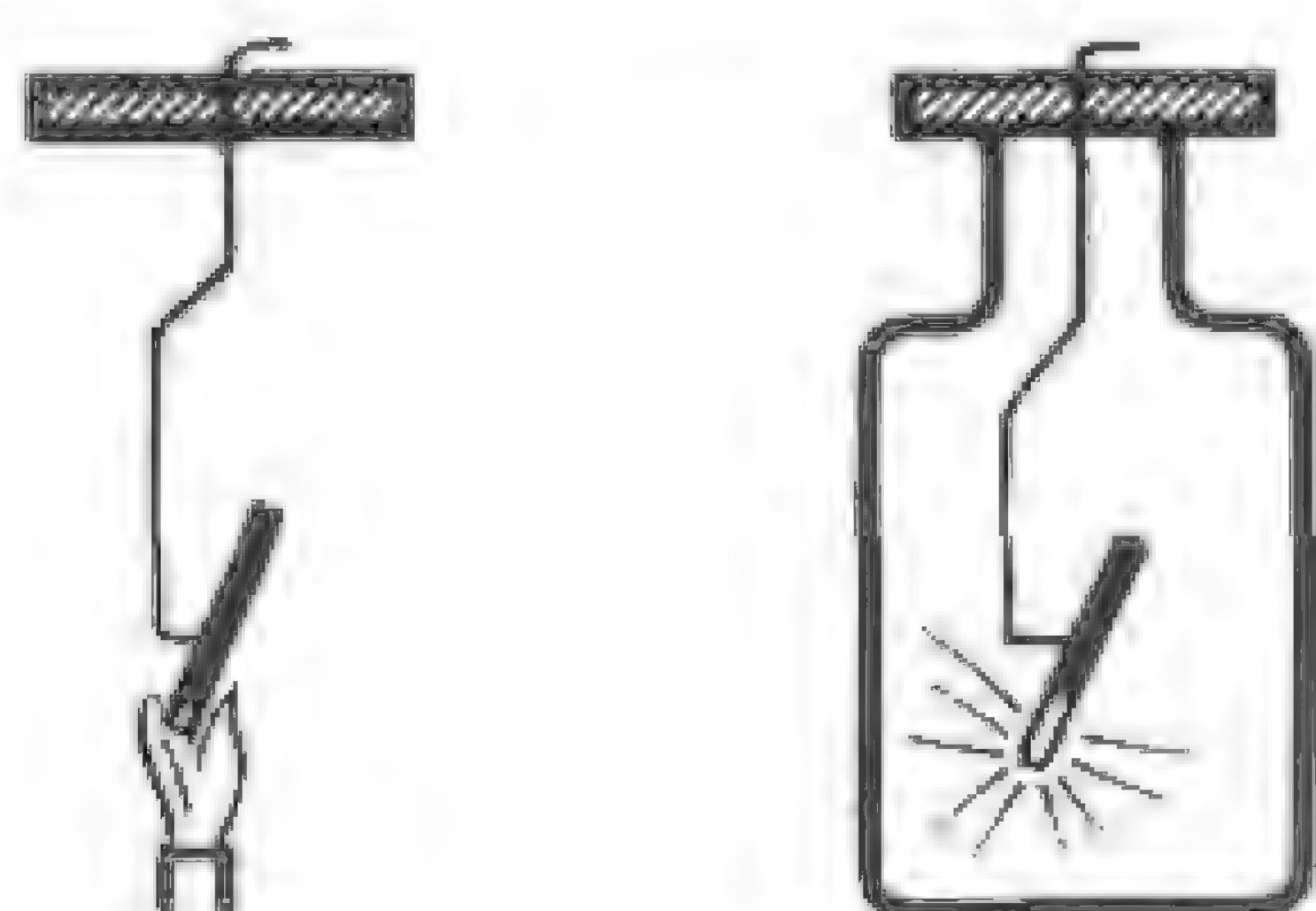
۲- اکسیژن

تهیه اکسیژن - در صنعت اکسیژن را از هوای مایع
 به دست می آورند. برای تهیه هوای مایع هوا را
 تحت فشار ۲۰۰ جو قرار می دهند و سپس با کاهش
 ناگهانی فشار، آن را سرد می کنند. این عمل را چند
 بار تکرار می کنند تا درجه حرارت به 200°C -
 برسد. در این شرایط هوا مایع می شود. هوای مایع
 را درون ظرفهای دوجداره که بین دو جدار آن خلأ
 است، نگهداری می کنند.

به وسیله تقطیر هوای مایع می توان اکسیژن

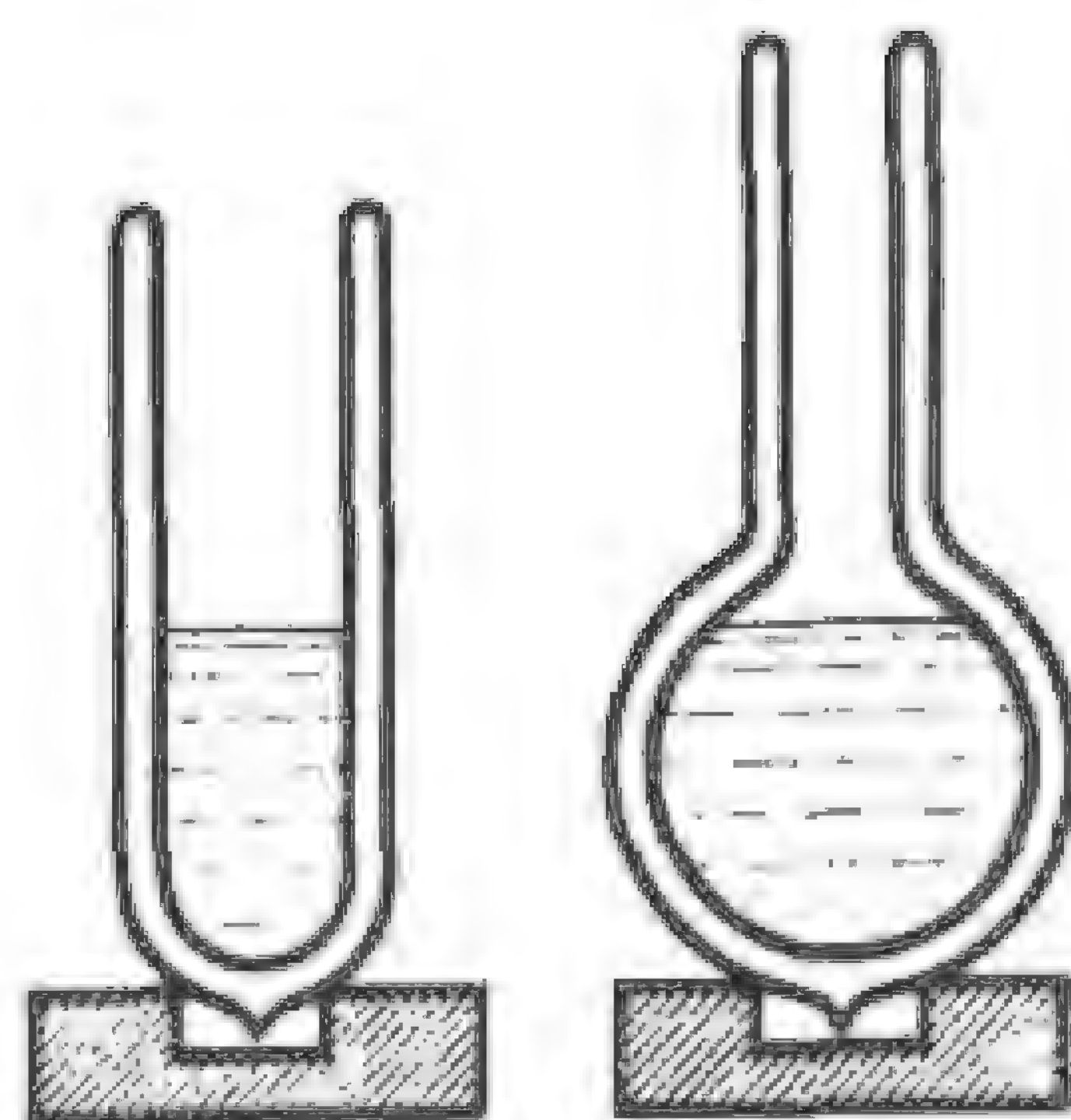
موادی که سرعت واکنشهای شیمیایی را تغییر می‌دهند ولی خود به مصرف نمی‌رسند، کاتالیزور نامیده می‌شوند. دی اکسید منگنز کاتالیزوری است که واکنش تجزیه کلرات پتاسیم را تند تر می‌کند.

خواص اکسیژن - آزمایش ۱ - در یک ظرف پراز اکسیژن تکه‌ای زغال چوب که نوک آن را قبلاً سرخ کرده‌اید، وارد کنید. چه مشاهده می‌کنید؟ زغال در هوا بهتر می‌سوزد یا در اکسیژن خالص؟ چرا؟



آزمایش ۲ - در ظرف پر از اکسیژن یک تکه گوگرد شعله‌ور را وارد کنید. چه مشاهده می‌کنید؟ کمی آب در ظرف بریزید و آن را تکان دهید. یک قطره محلول تورنسل آبی به آن اضافه کنید، به چه رنگ در می‌آید؟

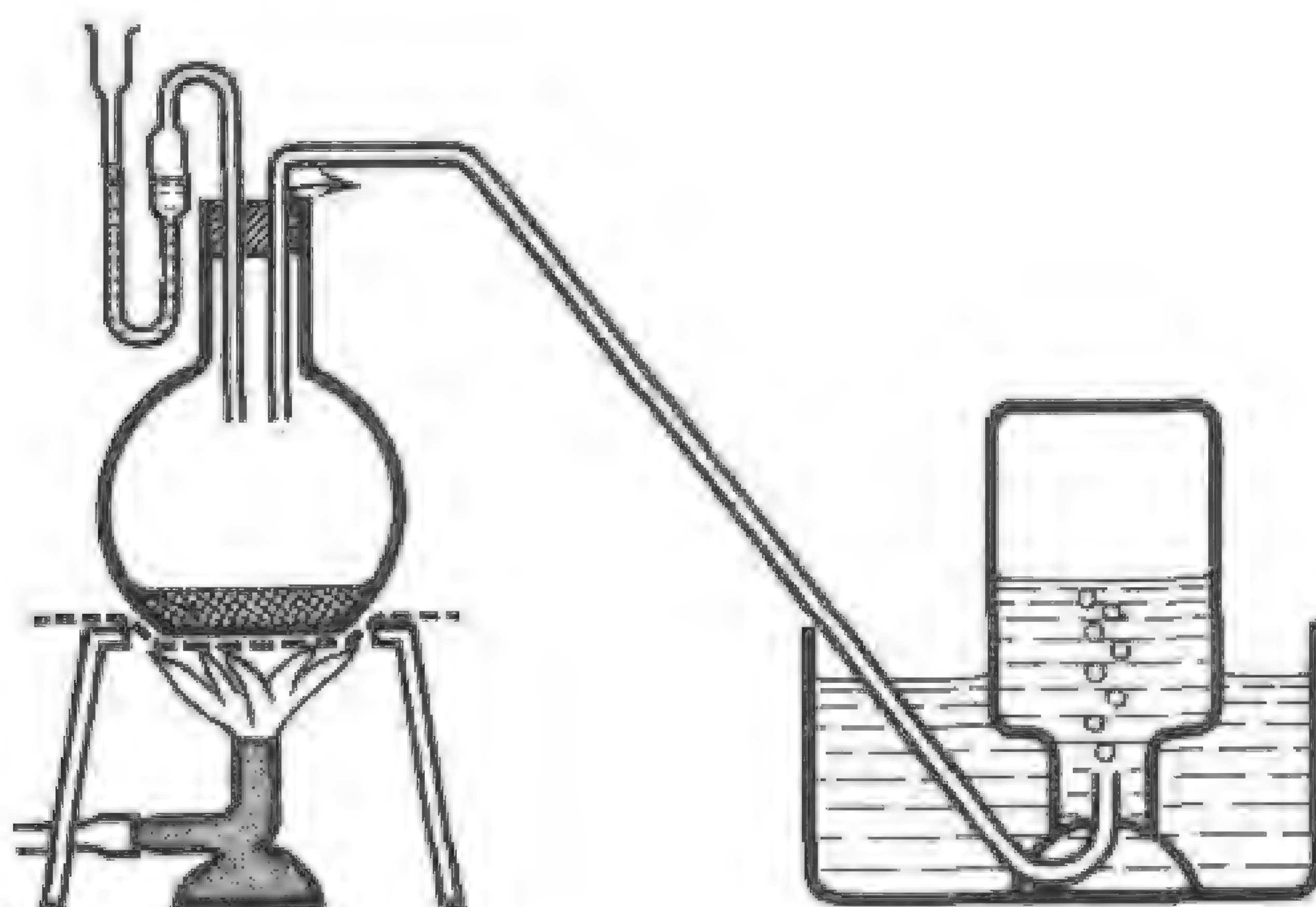
آزمایش ۳ - یک نوار منیزیم را شعله‌ور کرده

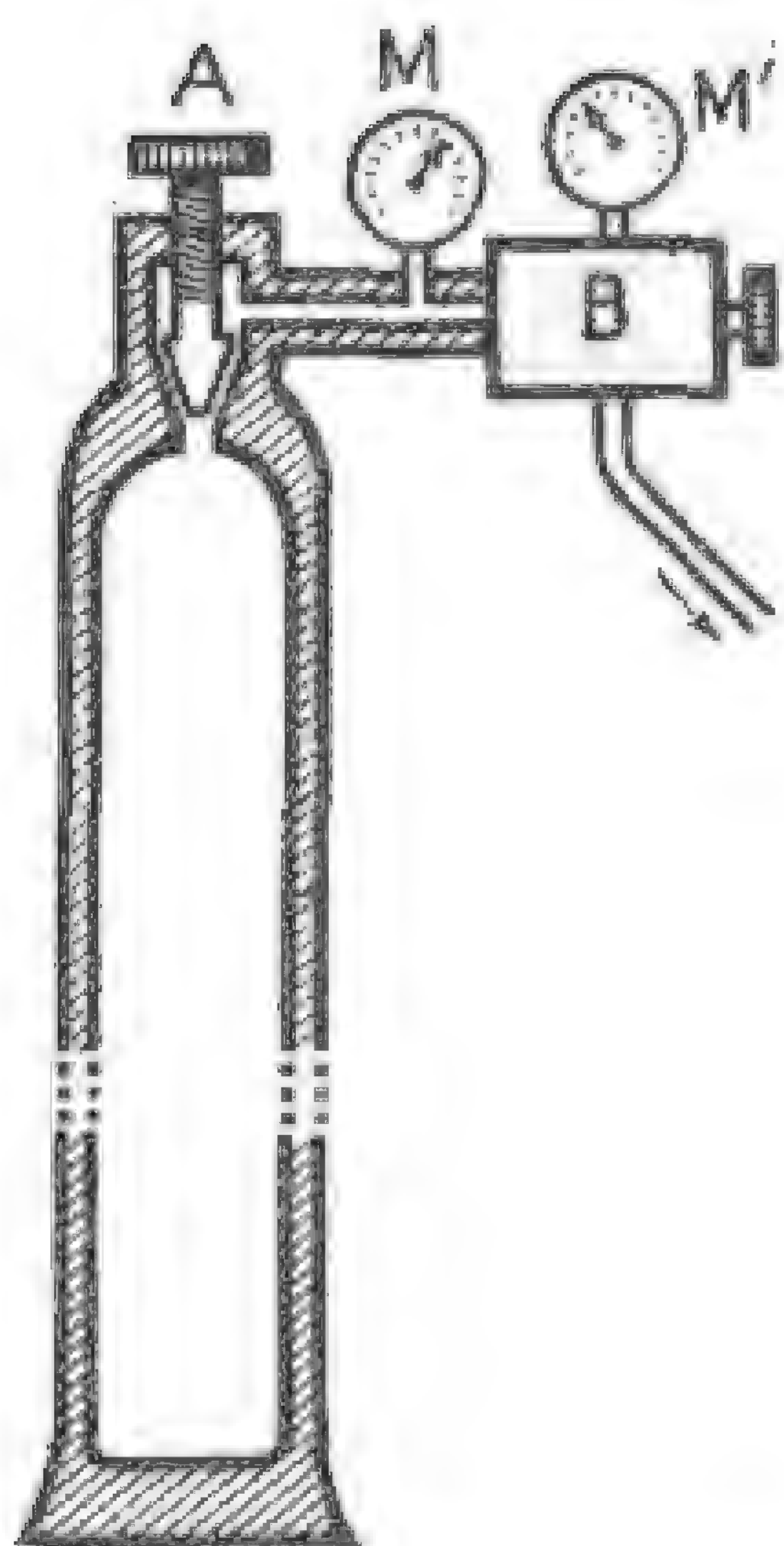


را از نیتروژن جدا کرد. زیرا نقطه جوش نیتروژن 196°C - و نقطه جوش اکسیژن 183°C - است. در صنعت اکسیژن را از تجزیه الکتریکی آب نیز به دست می‌آورند.

برای تهیه اکسیژن در آزمایشگاه مخلوط کلرات پتاسیم و دی اکسید منگنز را در بالونی حرارت می‌دهند. وجود یک لوله اطمینان در بالای بالون از ازدیاد فشار و ایجاد انفجار جلوگیری میکند (شکل زیر) .

اندازه‌گیرهای دقیق نشان می‌دهد که دی-اکسید منگنز در آخر آزمایش بدون تغییر باقی می‌ماند. حضور دی اکسید منگنز باعث سهولت انجام واکنش می‌گردد.





که این اکسید شدن کند است. اما وقتی که منیزیم می سوزد، گرما و نور تولید می شود. هرگاه اکسید شدن به اندازه ای تند صورت گیرد که گرما و نور پدید آید، آن را سوختن یا احتراق می نامیم. در بدن ما نیز مواد به وسیله اکسیژنی که از هوا می گیریم دائماً اکسید می شوند. اکسیژن هوا از راه ششها وارد خون می شود. خون اکسیژن را به سلولها می رساند. غذا در درون سلولها به وسیله اکسیژن، اکسید می شود. از اکسید شدن غذا آب و دی اکسید کربن به وجود می آید و انرژی آزاد می شود. انرژی آزاد شده فعالیت حیاتی بدن ما را حفظ می کند. اگر روی لیوانی تمیز و سرد بدمیم یک لایه رطوبت روی آن تشکیل می شود که نشان می دهد در گازهای حاصل از تنفس بخار آب وجود دارد. اگر به کمک یک لوله در آب آهک بدمیم رنگ آن شیری می شود. کدر شدن آب آهک نشان می دهد که در این گازها دی اکسید کربن وجود دارد. اکسیژن را در ظرفهای فولادی قطور تحت فشار ۱۲۰ جو نگهداری و منتقل می کنند. در شکل بالا یک ظرف محتوی اکسیژن دیده می شود. پیچ A

در یک ظرف پر از اکسیژن وارد کنید. چه مشاهده می کنید؟ کمی آب در ظرف بریزید و آن را تکان دهید تا مقداری از گرد حاصل از سوختن منیزیم در آب حل شود. یک قطره محلول تورنسل قرمز را وارد این محلول کنید. محلول به چه رنگ در می آید؟ اکسیدها - ترکیب عناصر را با اکسیژن اکسید می نامیم اغلب اکسیدهای غیرفلزات مانند دی اکسید کربن، دی اکسید گوگرد، تری اکسید گوگرد با آب ترکیب می شوند و تولید اسید می کنند. به این نوع اکسیدها اکسید اسید نام داده اند.



اسید کربنیک دی اکسید کربن



اسید سولفوروس دی اکسید گوگرد



اسید سولفوریک تری اکسید گوگرد

اکسیدهایی که در واکنش با اسیدها نمک و آب تولید می کنند، اکسیدهای بازی نامیده می شوند این نام را از آن جهت به این اکسیدها داده اند که هر اکسید بازی با یک باز مطابقت دارد.

اکسید سدیم Na_2O هیدروکسید سدیم NaOH

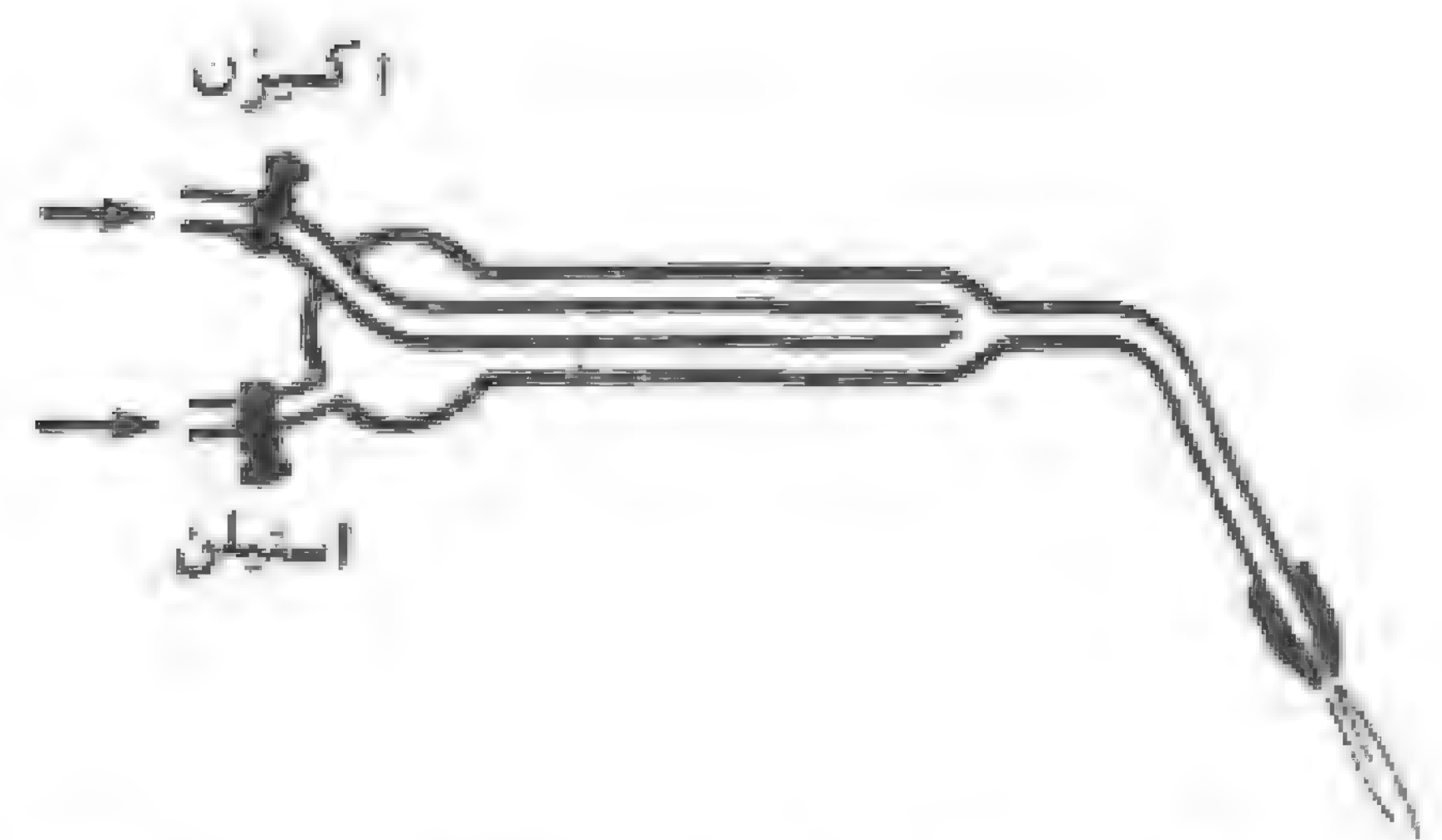
اکسید منیزیم MgO هیدروکسید منیزیم Mg(OH)_2

اکسید کلسیم CaO هیدروکسید کلسیم Ca(OH)_2

تمرین - معادله واکنش اکسیدهای بالا را با آب بنویسید.

اکسید شدن کند و سوختن - دیدیم که اگر براده آهن در جای مرطوب قرار گیرد زنگ می زند. زنگ آهن همان اکسید آهن Fe_2O_3 است.

چون این واکنش به کندی صورت می گیرد گرمای حاصل هیچ تغییر محسوسی در دما پدید نمی آورد و در نتیجه نور نیز تولید نمی شود. می گوئیم



۳- نام و فرمول یک اکسید گازی و یک اکسید مایع و یک اکسید جامد را بنویسید.

۴- گازی رنگ A در یک ظرف پر از اکسیژن به خوبی می‌سوزد و ماده B را به وجود می‌آورد. ماده B می‌تواند با اکسید کلسیم ترکیب شود و ماده C را تولید کند. ماده C رنگ تورنسل سرخ رنگ را آبی می‌کند. A، B، C را مشخص کنید.

۵- از سوختن $1/6$ گرم گوگرد چه حجم گاز در شرایط متعارفی پدید می‌آید؟

۶- اولاً " برای تهیه $5/8$ گرم اکسید منیزیم چه مقدار منیزیم را باید در اکسیژن خالص سوزاند؟ ثانياً " در این عمل چه حجم اکسیژن در شرایط متعارفی مصرف میشود؟ ثالثاً " مقدار درصد وزنی عنصرها را در اکسید حاصل حساب کنید.

۷- مقدار درصد عنصرها در یکی از اکسیدهای گوگرد به قرار زیر است:

گوگرد = 40% ، اکسیژن = 60% ، ساده‌ترین فرمول ممکن را برای این اکسید پیشنهاد کنید.

۸- مقدار درصد عنصرها را در H_2SO_4 حساب کنید.

۹- مقدار درصد عنصرها در سولفات مس بدون آب به قرار زیر است:

مس = 40% ، گوگرد = 20% و بقیه آن را اکسیژن تشکیل می‌دهد. ساده‌ترین فرمول ممکن را برای این ترکیب پیدا کنید.

۱۰- از حرارت دادن 5 گرم کلرات پتاسیم 672 میلی‌لیتر اکسیژن در شرایط متعارفی به دست می‌آید. تعیین کنید چند درصد کلرات پتاسیم تجزیه شده است.

۱۱- از تجزیه $21/7$ گرم اکسید جیوه $1/28$ گرم اکسیژن به دست می‌آید. چند درصد اکسید جیوه تجزیه شده است؟

برای باز کردن ظرف است. فشار سنج M فشار درون ظرف را نشان می‌دهد. فضای B برای کم کردن فشار اکسیژنی است که خارج می‌شود و فشار گاز را به هنگام خروج به دو اتمسفر می‌رساند. فشار سنج M' فشار گاز اکسیژن را به هنگام خروج نشان می‌دهد.

از احتراق گاز سوختنی (مانند استیلن C_2H_2) در اکسیژن، برای جوش دادن یا بریدن فلزات استفاده می‌کنند. شکل بالا طرح دستگاه جوشکاری اکسیژن - استیلن را نشان می‌دهد.

ماسکهای اکسیژن با ذخیره اکسیژن در ظرفهای فولادی را در معادن و در جاهایی که هوا به علت کمبود اکسیژن غیر قابل تنفس می‌شود، به کار می‌برند. فضانوردان در ارتفاع زیاد، جایی که هوا رقیق است و قابل تنفس نیست از ماسک اکسیژن استفاده می‌کنند. چادرهای اکسیژن در بیمارستانها برای بیمارانی که به سختی تنفس می‌کنند، به کار می‌رود. با افزودن اکسیژن به هوا می‌توان به دمای بیشتر دست یافت. به همین جهت در بعضی صنایع مانند ذوب آهن اکسیژن را با هوا مخلوط می‌کنند و وارد کوره می‌کنند.

تمرین

۱- چرا سوختن در هوا کندتر از سوختن در اکسیژن خالص است؟ دمای شعله در هوا بیشتر است یا در اکسیژن خالص؟ چرا؟

۲- از سوختن فسفر، زغال، گوگرد و منیزیم در اکسیژن چه موادی به دست می‌آید؟ این واکنشها از چه نوع واکنشی هستند؟

معادله واکنشهای انجام یافته را بنویسید.

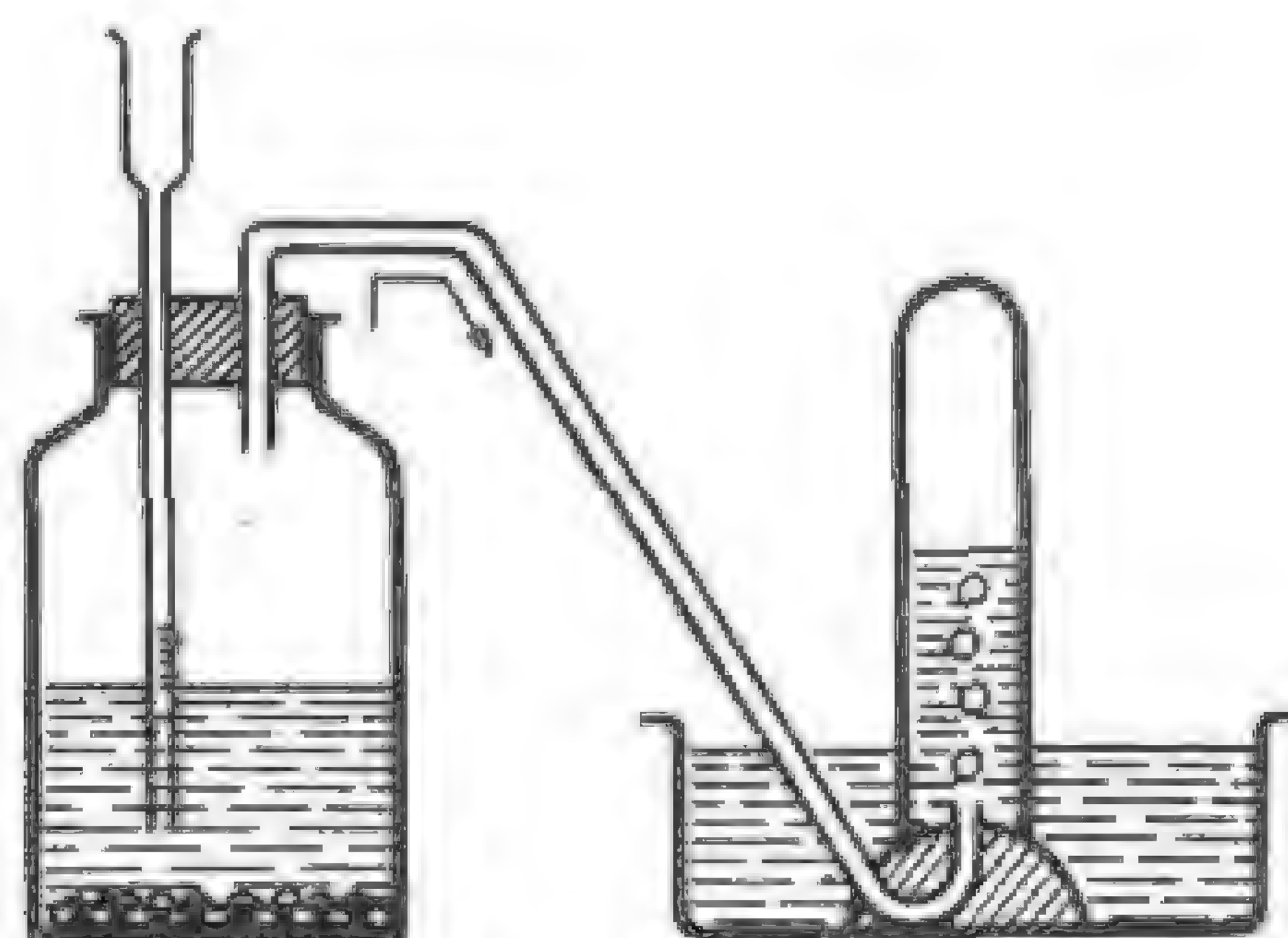
تیدروژن . آب . محلولها

۱- تیدروژن

تهیه تیدروژن - آزمایش ۱ - در یک شیشه دو دهانه ، مطابق شکل مقداری روی یا براده آهن بریزید و به کمک قیف اسید کلریدریک رقیق به آن اضافه کنید. انتهای قیف باید درون مایع باشد. ضمناً سعی کنید دستگاه را از شعله دورنگه دارید. مدتی صبر کنید تا هوای درون ظرف خارج شود. سپس لوله‌ای پراز آب را روی لوله خروج گاز واژگون کنید.

حبابهای گاز کجا به وجود می آید؟ چند قطره از محلول حاصل را روی یک صفحه شیشه‌ای بریزید و آن را آهسته گرم کنید تا بخار شود. روی صفحه شیشه‌ای چه باقی می ماند؟ چه موادی از واکنش روی و اسید کلریدریک تشکیل می شوند؟

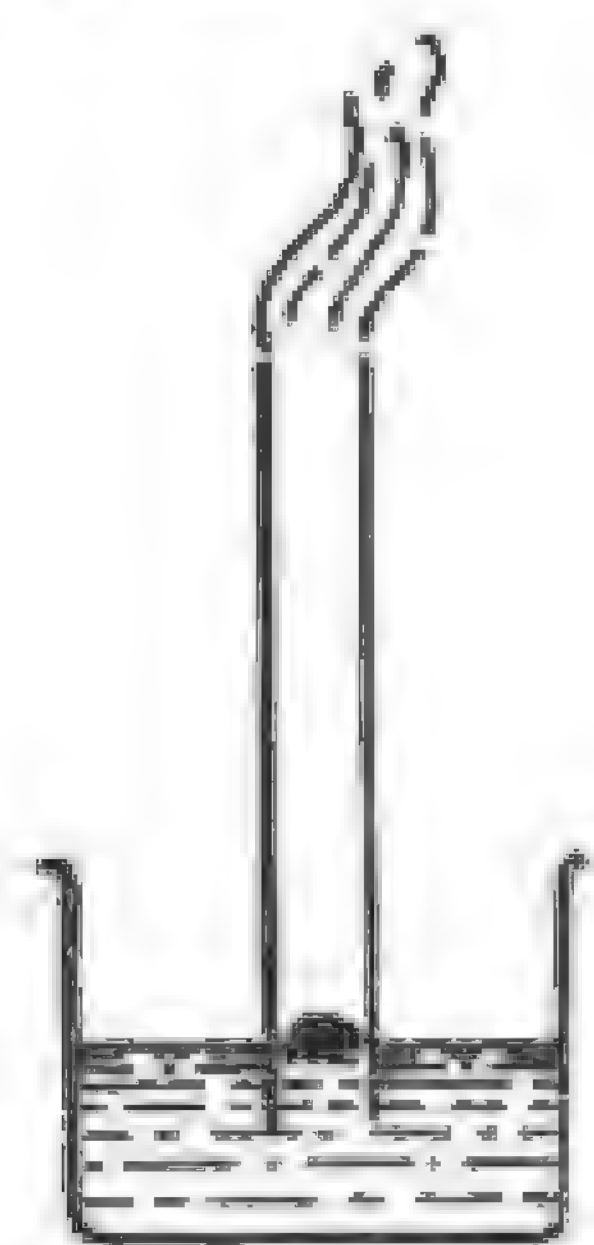
تمرین - واکنشهای انجام شده را بنویسید.



آزمایش ۲ - لوله‌ای که دیواره آن ضخیم است و هر دو سر آن باز است ، بگیرید . یک سر آن را کمی در آب فرو برید . یک تکه کوچک سدیم (به

اندازه یکدانه عدس) را از دهانه باز آن رها کنید . از تأثیر سدیم بر آب گاز تیدروژن حاصل می شود . شعله کبریت را به دهانه لوله نزدیک کنید . چه مشاهده می کنید؟ شعله سوختن تیدروژن در بالای لوله چه رنگی دارد؟

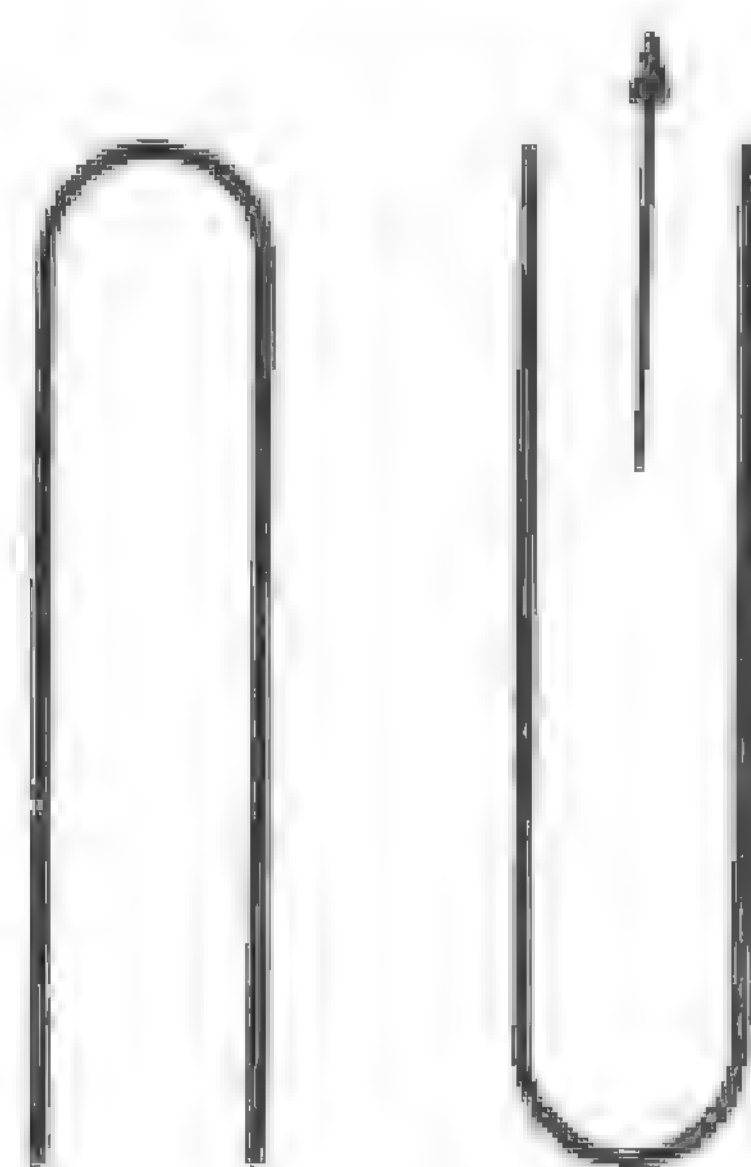
تمرین - واکنشهای انجام شده را بنویسید .

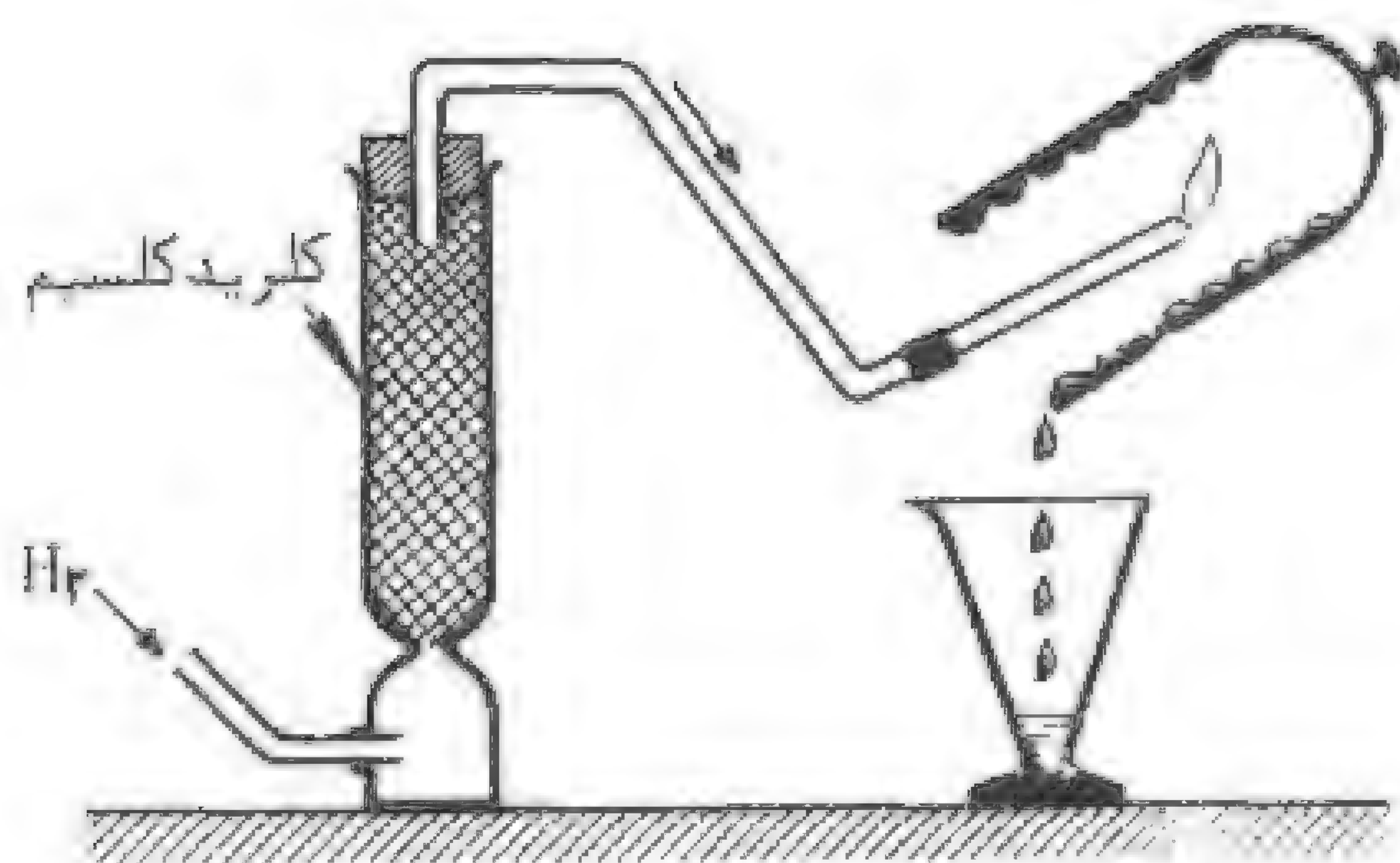


در صنعت تیدروژن را از تجزیه آب به وسیله جریان برق و نیز از تجزیه متان تهیه می کنند .

خواص تیدروژن - تیدروژن گازی است بی رنگ ، بی مزه ، بی بو . تیدروژن سبکترین گازهاست .

آزمایش ۱ - دو لوله آزمایش را از تیدروژن



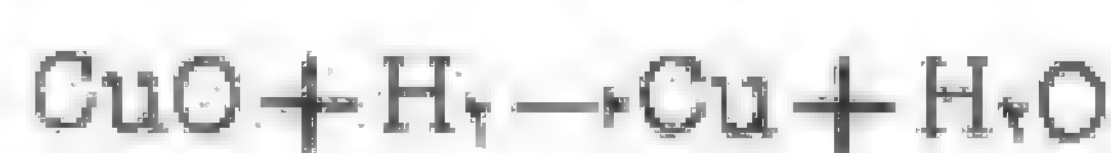


پر کنید و آنها را به طور قائم طوری نگه دارید که دهانه باز آنها یکی به طرف بالا و دیگری به طرف پایین باشد. سپس شعله را به دهانه لوله‌ها نزدیک کنید. چه مشاهده می‌کنید؟ در کدام یک از لوله‌ها ئیدروژن باقی نمی‌ماند؟ چه نتیجه‌ای می‌گیرید.

آزمایش ۲ - یک لوله آزمایش را از ئیدروژن پر کنید و دهانه باز آن را با یک کاغذ خشک کن و یا کاغذ صافی مرطوب بپوشانید. یک چوب کبریت شعله‌ور را به دهانه آن نزدیک کنید. چه روی می‌دهد؟



می‌شود بلکه می‌تواند اکسیژن را از اکسیدهای سایر عناصر نیز بگیرد. مثلاً ئیدروژن می‌تواند اکسید مس سیاه رنگ (CuO) را به مس قرمز رنگ (Cu) تبدیل کند. واکنش را می‌توان با معادله نشان داد



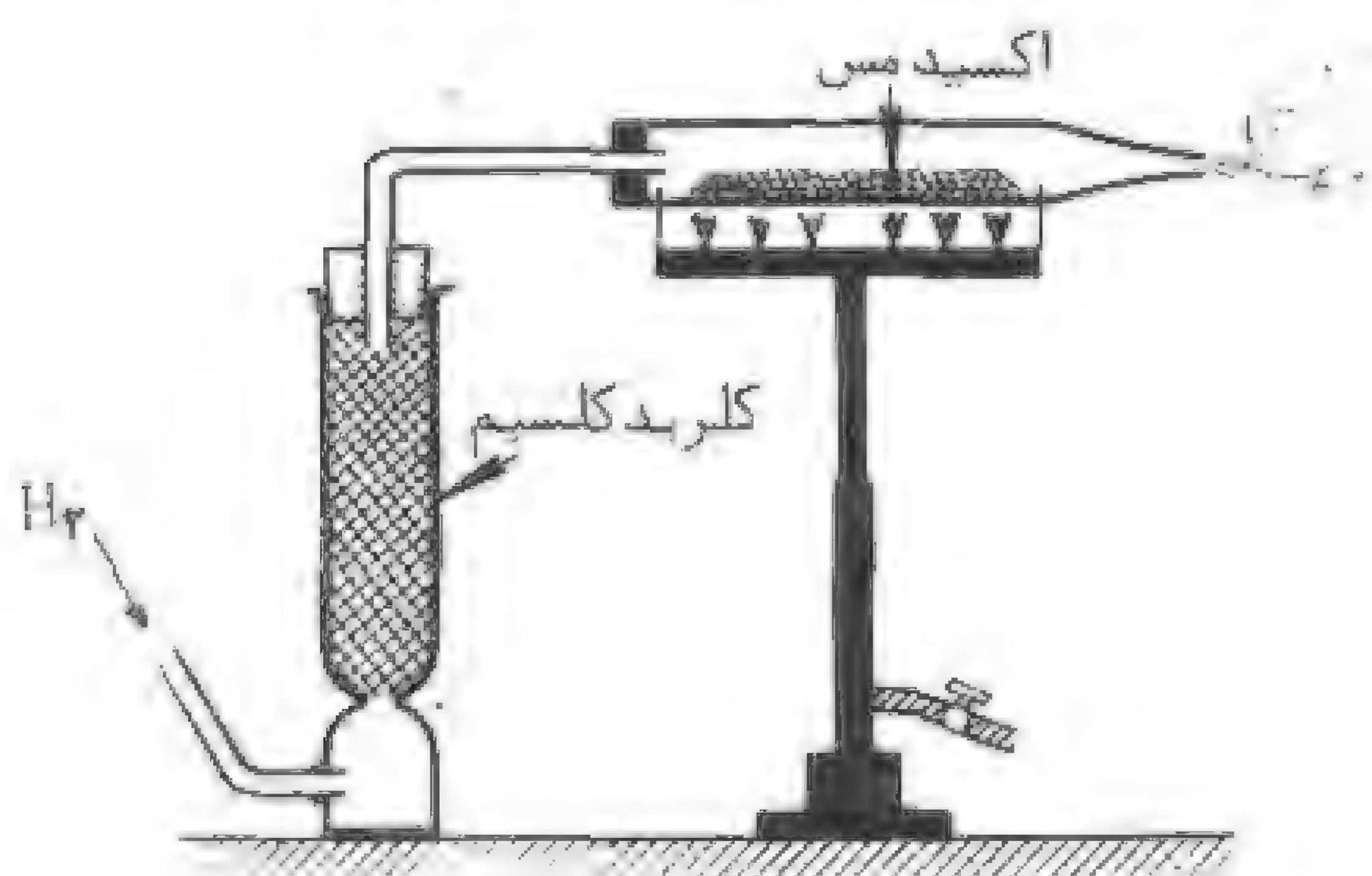
به این ترتیب از اکسید مس، مس آزاد به دست می‌آید. در این مورد می‌گویند که مس احیا شده است و ئیدروژن احیا کننده است. برای احیای مس جریان ئیدروژن خشک را از روی اکسید مس گرم عبور می‌دهند.

ئیدروژن در اکسیژن می‌سوزد و تولید آب می‌کند. این واکنش به روشهای گوناگون اجرایی شود مثلاً "جرقه الکتریک موجب ترکیب دو گاز می‌شود. می‌توان به روش زیر ئیدروژن را به طور مداوم سوزاند.

در صنایع غذایی ئیدروژن را برای تبدیل روغنهای نباتی مایع به روغنهای جامد به کار می‌برند. روغنهای نباتی که از دانه‌های روغنی به دست می‌آیند مایعند و در هوا زود فاسد می‌شوند. آنها را در فشار و در مجاورت کاتالیزور نیکل با ئیدروژن ترکیب می‌کنند. در نتیجه روغنی به دست

دستگاه تولید ئیدروژن را مطابق شکل به لوله محتوی کلرید کلسیم متصل می‌کنیم تا ئیدروژن خشک از انتهای لوله خارج شود. حال اگر شعله کبریت را به انتهای لوله نزدیک کنیم ئیدروژن می‌سوزد و تولید آب می‌کند. (این آزمایش خطرناک است و باید صبر کرد تا جریان ئیدروژن تمام هوای لوله را خارج کند والا انفجار روی می‌دهد). واکنش سوختن ئیدروژن با آزاد شدن مقداری زیاد گرما همراه است. شعله سوختن ئیدروژن چیزی جز بخار آب داغ نیست.

ئیدروژن نه تنها با اکسیژن آزاد ترکیب



می آید که دارای نقطه ذوب بالاتری است و نگهداری آنها آسانتر است.

در صنایع شیمیایی هیدروژن را برای تهیه آمونیاک به کار می برند



هیدروژن را برای پر کردن بالونها به منظور تحقیقات جوی نیز به کار می برند.

تمرین

۱- هیدروژن از نظر خواص فیزیکی با اکسیژن چه تفاوت هایی دارد؟

۲- الف- چگونه می توان هیدروژن را از یک ظرف به ظرفی دیگر "ریخت"؟ ب- چگونه می توان ثابت کرد که هیدروژن در ظرف اول نیست و در ظرف دوم هست؟

۳- به چه طریق می توان هیدروژن را در ظرفی جمع کرد؟

۴- خواص شیمیایی هیدروژن را بیان کنید.
۵- سه ظرف پر از گاز موجود است. در یکی از آنها هوا، در دیگری اکسیژن و در سومی هیدروژن وجود دارد. چگونه می توان فهمید که در هر ظرف چه گازی وجود دارد؟

۶- برای تهیه ۲ لیتر هیدروژن از تأثیر روی بر اسید سولفوریک. چند گرم روی به کار می رود؟
۷- از تأثیر ۲۳ میلی گرم سدیم بر آب چه حجم گاز هیدروژن تولید می شود؟

۸- برای تهیه ۱ گرم هیدروژن از اسید کلریدریک، کدام یک از فلزات منیزیم، یا آلومینیم، کمتر به کار می رود؟

۹- کلسیم مانند سدیم بر آب اثر می کند و هیدروژن آزاد می شود. معادله واکنش را بنویسید.

۲- آب

آب در طبیعت، تهیه آب خالص - فراوان ترین ترکیب هیدروژن در طبیعت اکسید آن یعنی آب H_2O است. آب همه جا یافت می شود. آب به حالت مایع فرورفتگیهای سطح کره زمین را پر می کند و اقیانوسها و دریاها را به وجود می آورد. آب به حالت جامد (برف و یخ) نواحی قطبی و قله های کوههای بلند را می پوشاند. بخار آب نامرئی همیشه در هوا یافت می شود. بخار آب با تبدیل به قطره های بسیار کوچک، ابر را به وجود می آورد و از ابر باران می بارد. آب باران خاک را مرطوب می کند و جویها و رودخانه ها را پر می کند. آب با نفوذ در خاک مواد حل شدنی آن را حل می کند و با خود می برد. به همین جهت آب طبیعی همیشه دارای ناخالصیهای گوناگون است. موادی که در هوای مرطوب قرار دارند بخار آب را در سطح خود جذب می کنند. آبی که در سطح مواد نگهداری می شود یا با گازها همراه است، نم (رطوبت) نامیده می شود. موادی که میل زیاده از حد در جذب نم دارند، نمگیر (جاذب رطوبت) نامیده می شوند. مواد نمگیر عمده عبارتند از اسید سولفوریک غلیظ، کلرید کلسیم، انیدرید فسفریک، سود، پتاس، این مواد نم را به شدت جذب می کنند و به همین جهت به عنوان خشک کننده های خوب در آزمایشگاه به کار می روند.

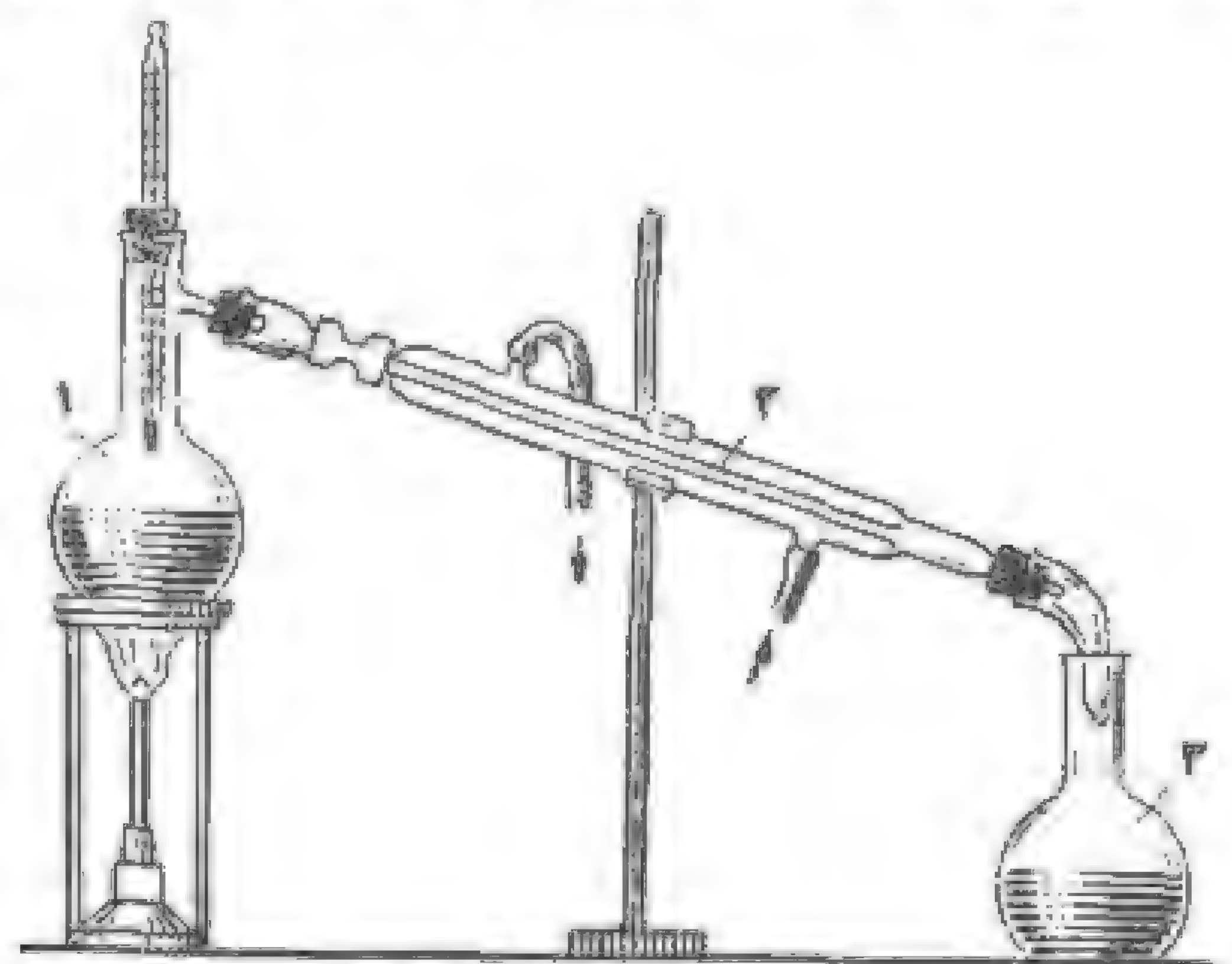
مقداری کلرید کلسیم را در ظرفی در باز قرار دهید. پس از چند ساعت و سپس پس از یک روز نتیجه آزمایش را مشاهده کنید. آیا کلرید کلسیم اولیه به حال خود باقی است؟ آزمایش را در یک روز آفتابی و سپس در یک روز ابری در هوای آزاد انجام دهید. چه نتیجه ای می گیرید؟

برای خشک کردن گاز معمولاً آن را از ظرف

محتوی ماده نمگیر عبور می دهند، اما باید در نظر داشت که ماده نمگیر بر گاز اثر شیمیایی نداشته باشد. مثلاً سود و پتاس را نمی توان برای خشک کردن ماده ای که خاصیت اسیدی دارد به کار برد. احتمالاً دیده اید که در برخی از شیشه های دارو، ذرات جامد سفید رنگی در کیسه های کوچک یا در درپوش آنها وجود دارد. این ذرات جامد سفید رنگ، یک ماده نمگیر است که بخار آب محیط را می گیرد و مانع از تآثیر آن بر قرصها و سایر مواد دارویی و فاسد شدن آنها می گردد.

می دانید که آب طبیعی ناخالص است. ناخالصیهای آب ممکن است به صورت محلول یا نامحلول در آن باشد. ناخالصیهای نامحلول در آب را با عبور آب از مواد متخلخل جدا می کنند. شن، زغال، پنبه و کاغذ صافی به عنوان صافی در تصفیه آب به کار می روند. در مراکز تصفیه آب، آب را از لایه های شن عبور می دهند.

ناخالصیهای محلول در آب را نمی توان با صافی از آن جدا کرد. برای جدا کردن این ناخالصیها از آب معمولاً آن را تقطیر می کنند. دستگاهی که در آزمایشگاه برای تقطیر آب به کار



دستگاه تقطیر آب

می رود در شکل نشان داده شده است. این دستگاه از سه قسمت تشکیل یافته است.

پرش - نام قسمت های مختلف دستگاه تقطیر را روی شکل بنویسید.

تقطیر آب تحت تأثیر گرمای خورشید دائماً در طبیعت صورت می گیرد و به این ترتیب آب باران، خالص ترین نوع آب در طبیعت تشکیل می شود.

آب مایعی بی رنگ (در لایه های ضخیم، آبی)، سیال، بی مزه و بی بوست، در 100°C (در فشار یک جو) می جوشد و در صفر درجه یخ می بندد. وزن حجمی آن در 4°C به عنوان واحد پذیرفته شده است.

الکترولیز آب - آب ترکیبی است از هیدروژن و اکسیژن. اجزای تشکیل دهنده آب را می توان از راه تجزیه آن به وسیله جریان برق معین کرد. تجزیه مواد به وسیله جریان برق را الکترولیز می نامند.

الکترولیز آب در ظرفی به نام ولتامتر انجام می شود. ته ظرف از پارافین پوشیده شده است که به عنوان عایق به کار می رود. دو میله فلزی که از پارافین عبور می کنند جریان برق را هدایت می کنند. این میله ها را الکتروود می نامند. جنس این الکتروودها معمولاً از پلاتین است.

الکتروودها به دو قطب یک مولد الکتریکی متصل هستند. الکتروودی را که به قطب مثبت مولد مربوط است آنند و الکتروودی را که به قطب منفی مولد مربوط است کاتد می نامند.

یک لامپ در مدار قرار گرفته است تا هنگامی

که جریان برق عبور می‌کند روشن شود و عبور جریان را نشان دهد، یک کلید جریان برق را در مدار قطع و وصل می‌کند.

برای الکترولیز آب مقداری آب مقطر در ولتا- متر می‌ریزند و کلید مدار را می‌زنند تا مدار بسته شود، اما جریان عبور نمی‌کند، سپس مقداری محلول سود به آب مقطر می‌افزایند و به هم می‌زنند، جریان عبور می‌کند و لامپ روشن می‌شود، حبابهای گاز روی الکترودها ظاهر می‌شود، گازها زیر لوله‌های پر از آب روی الکترودها جمع می‌شوند. آزمایش نشان می‌دهد که مقدار سود تغییر نمی‌کند، یعنی این دو گاز از تجزیه آب به دست می‌آیند، حجم گاز در کاتد دو برابر حجم گاز در آنود است.

گازهایی که در لوله‌ها جمع می‌شوند، یکسان نیستند. در آنود گازی بی‌رنگ به دست می‌آید، چوب کبریتی که تازه خاموش شده و هنوز سرخی آن از بین نرفته است، در آن گاز شعله‌ور می‌گردد، این گاز اکسیژن است.

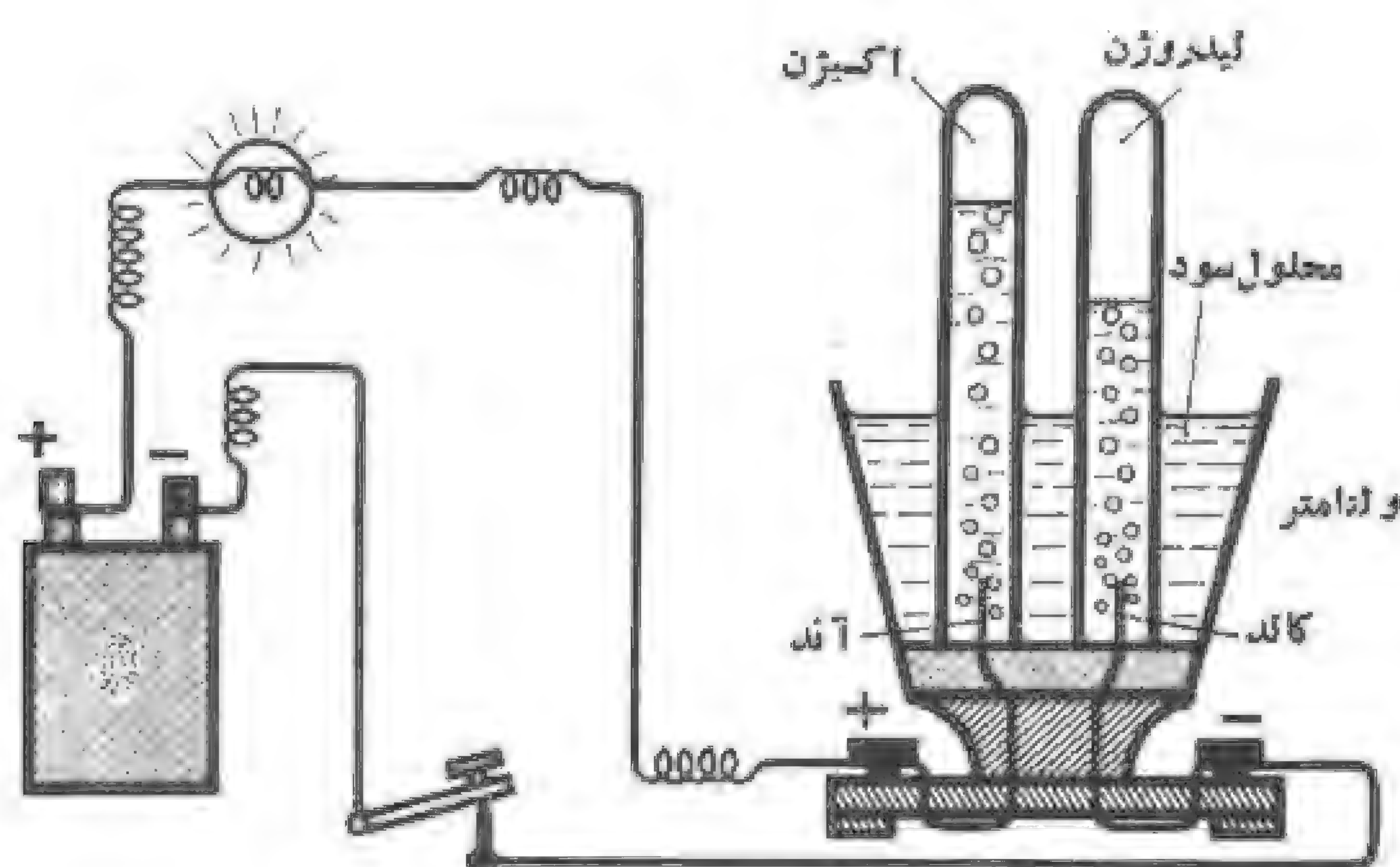
در کاتد گازی بی‌رنگ به دست می‌آید که در مجاورت هوا به کمک شعله می‌سوزد و انفجار کوچکی

تولید می‌کند، این گاز هیدروژن است.

اکسیژن و هیدروژن را که از الکترولیز آب به دست می‌آید، می‌توان با هم ترکیب کرد و آب به وجود آورد. آزمایش ترکیب را در دستگاهی به نام آب سنج انجام می‌دهند، این دستگاه از یک لوله کلفت تشکیل شده است که در آن دو میله فلزی برای عبور جریان و ایجاد جرقه قرار داده‌اند، این لوله را بر روی تشتک پر از جیوه واژگون می‌کنند.

برای انجام آزمایش، ۱۰ میلی‌لیتر اکسیژن و ۲۰ میلی‌لیتر هیدروژن وارد آب سنج می‌کنند و جریان برق را برقرار می‌کنند. در نتیجه انفجار روی می‌دهد، پس از سرد شدن لوله، جیوه در آن بالا می‌رود و گازها ناپدید می‌شوند. در این عمل دو گاز اکسیژن و هیدروژن با هم ترکیب می‌شوند و آب تشکیل می‌دهند، آب به صورت قطره‌هایی بر جدار لوله می‌نشیند.

بنا بر این در واکنش تشکیل آب دو حجم هیدروژن و یک حجم اکسیژن شرکت می‌کنند، واکنش تشکیل ماده مرکب از راه ترکیب مواد ساده‌تر را سنتز می‌نامند. در آب سنج سنتز آب به عمل می‌آید.



نوعی دستگاه ولتامتر برای تجزیه آب

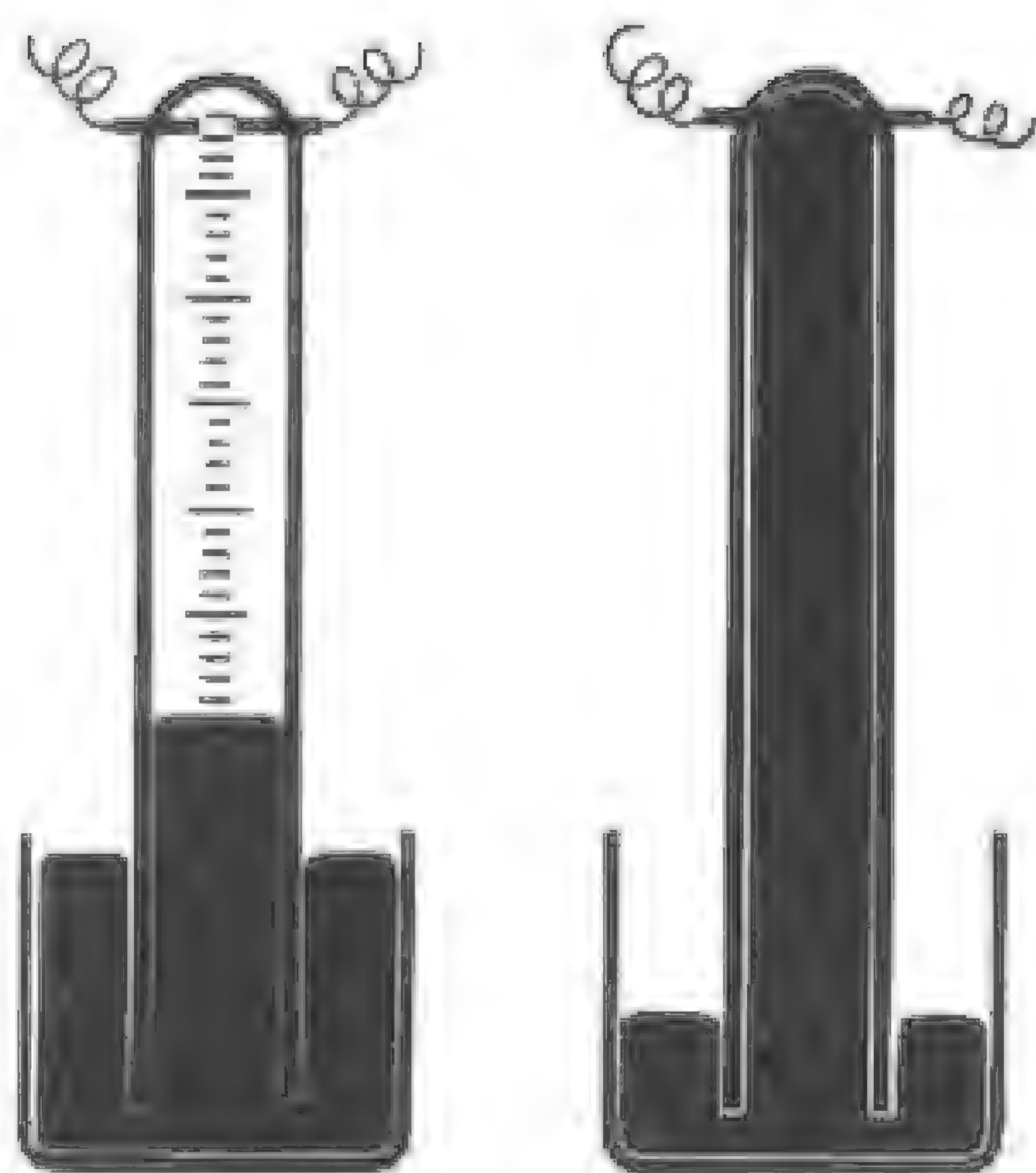
۴- در آب سنجی ۱۲ میلی لیتر ئیدروژن و ۱۲ میلی لیتر اکسیژن وارد کرده اند، پس از انفجار و سرد شدن دستگاه کدام گاز و به چه مقدار باقی می ماند؟

۵- از تأثیر متقابل باریم با آب و اکسید باریم با آب، ئیدروکسید باریم تشکیل می شود. معادله این واکنشها را بنویسید و توضیح دهید هر یک چه نوع واکنشی است.

۳- محلولها

در ظرفی که دارای آب مقطر است یک قاشق نمک می ریزیم و هم می زنیم، مشاهده می کنیم که نمک ناپدید می شود. مایع به دست آمده زلال است و حتی با میکروسکوپ نیز نمی توان وجود نمک را در آن تشخیص داد، ولی مزه آن شور است و نشان می دهد که این آب خالص نیست و نمک در آن وجود دارد. بر حسب تعریف می گوئیم که نمک در آب حل شده است. آب را حلال و مایع حاصل را محلول نمک در آب می نامیم. با استفاده از معلوماتی که در باره ساختمان مواد پیدا کرده اید، می توان توضیح داد که حل شدن چگونه صورت می گیرد.

مقداری از بلورهای کات کبود را در ظرفی می ریزیم و به آن آب مقطر اضافه می کنیم. پس از مدتی مشاهده می کنیم که آب در اطراف بلورهای کات کبود به رنگ آبی در می آید. مولکولهای آب که دائماً در حال حرکت هستند، ذرات کات کبود را از بلورهای آن جدا می کنند. این عمل گرچه در شرایط معمولی به کندی صورت می گیرد، اما در نتیجه نهایی محلولی یکنواخت به دست می آید. آب و نمک یا قند در دمای اتاق محلول مایع می سارند، محلولهای جامد نیز وجود دارد که از ذوب کردن



پس از انفجار

پس از انفجار آب سنج

آب سنج

تجزیه ماده به منظور تعیین اجزای تشکیل دهنده آن را آنالیز می نامند. در ولتامتر آنالیز آب صورت می گیرد.

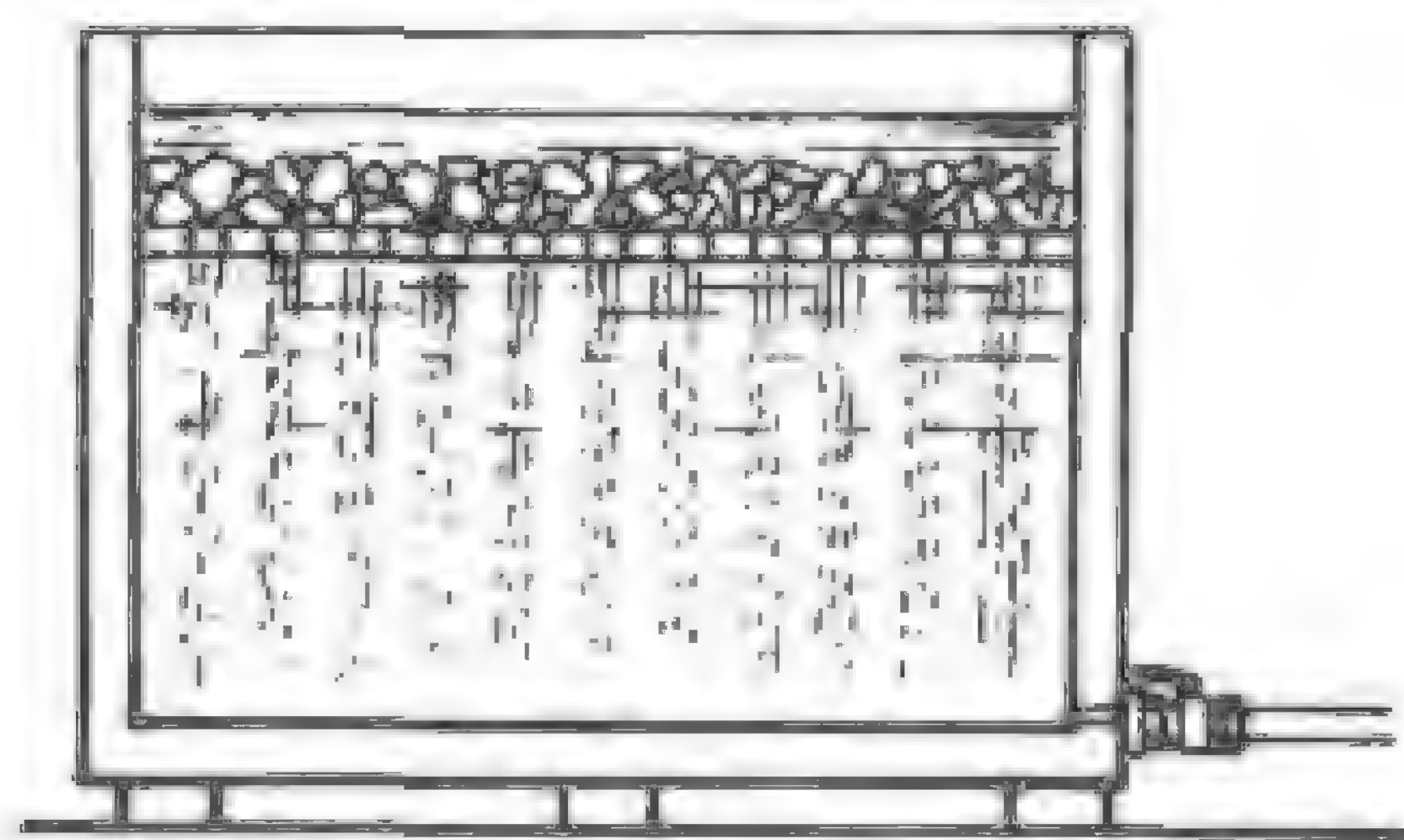
با دانستن این که از تجزیه آب ۲ حجم ئیدروژن و یک حجم اکسیژن به دست می آیند و در سنتز آن نیز همین گازها و به همین نسبت حجمی مصرف می شوند، می توان نسبت وزنی این دو عنصر را در آب حساب کرد. فرض کنیم که در تجزیه آب یک لیتر اکسیژن و دو لیتر ئیدروژن آزاد شده است. یک لیتر ئیدروژن ۰/۰۸۹ گرم و یک لیتر اکسیژن ۱/۴۲۹ گرم وزن دارد. در نتیجه نسبت وزنی اکسیژن به ئیدروژن $1/429 : 0/089 = 8 : 1$ است. یعنی در تشکیل آب یک قسمت وزنی ئیدروژن و ۸ قسمت وزنی اکسیژن لازم است.

تمرین

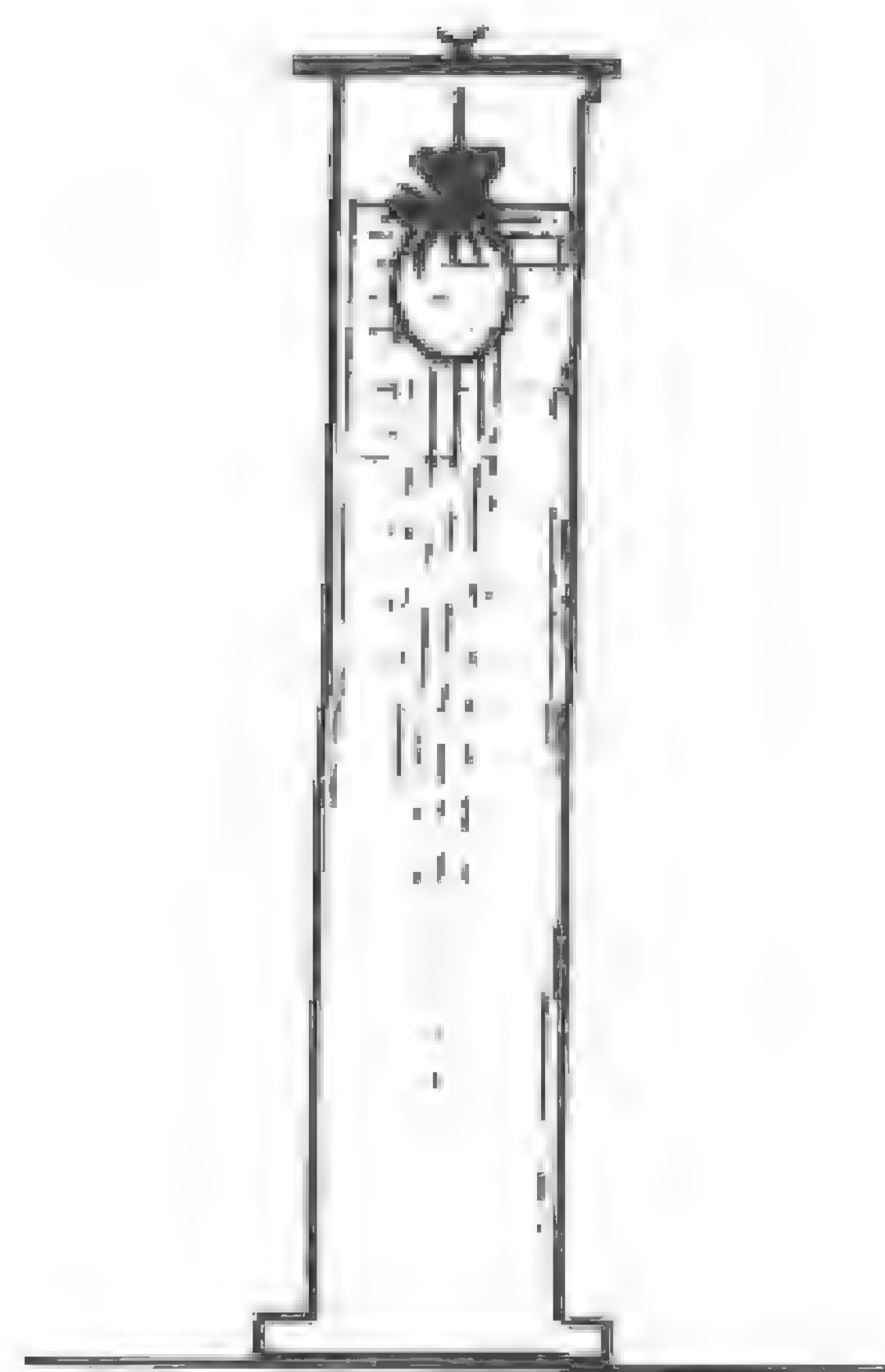
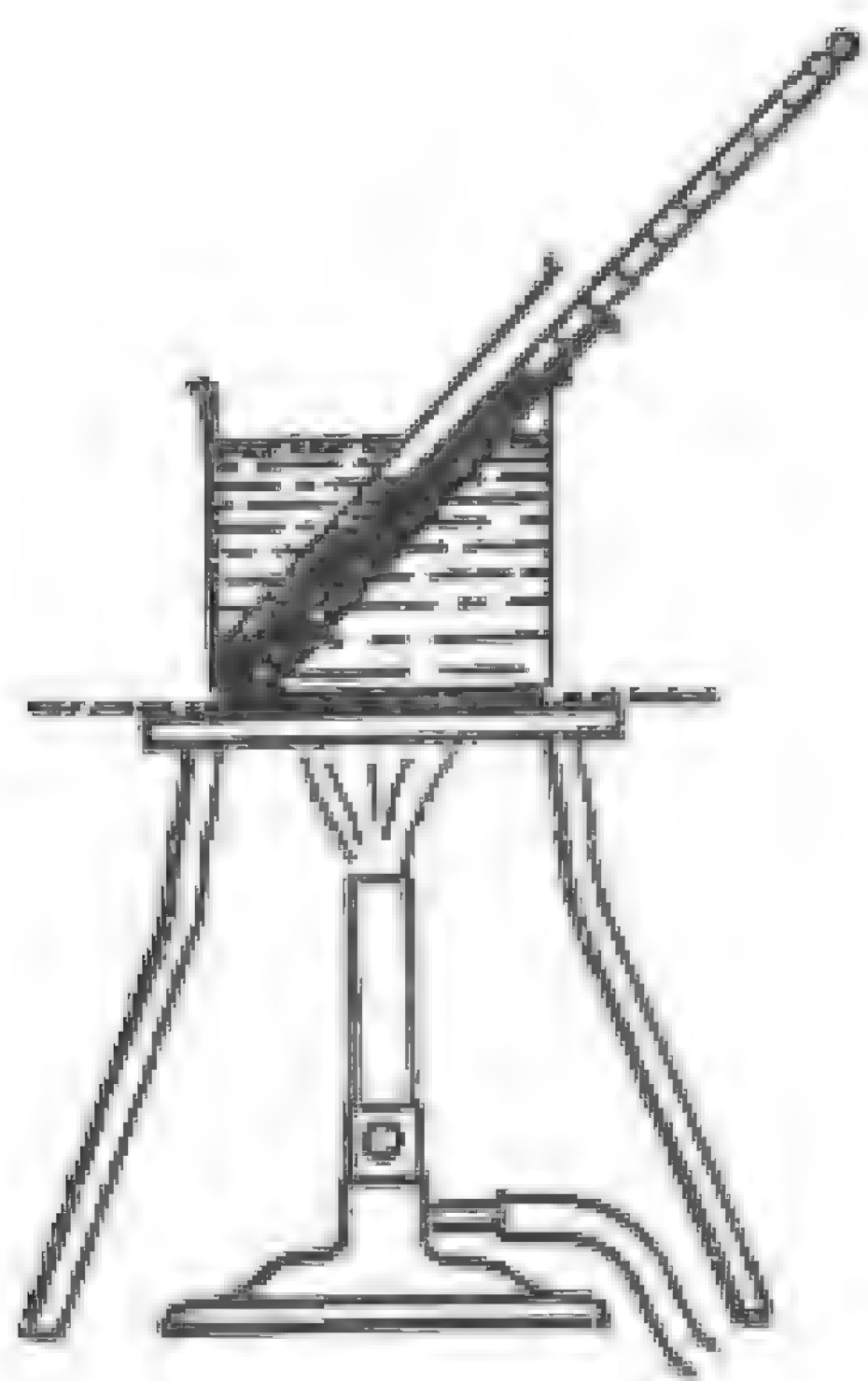
- ۱- آب آشامیدنی را چگونه تصفیه می کنند؟
- ۲- نقطیر آب را به چه منظور انجام می دهند؟
- ۳- چگونه می توان ثابت کرد که آب از ئیدروژن و اکسیژن تشکیل شده است؟

مایع خالص سنگین تر است و به پایین سرازیر می شود. در نتیجه عمل حل شدن سریعتر صورت می گیرد. در صنعت از این طریقه افزایش سرعت حل شدن استفاده می کنند. مثلاً تکه های نمک را روی شبکه ای قرار می دهند (شکل زیر) و آب که روی نمک را می پوشاند، دائماً محلولی یکنواخت می سازد.

اما باید دانست که حلالیت اکثر مواد محدود است. مثلاً محلول حاصل از حل شدن ۳۵/۹ گرم نمک طعام در ۱۰۰ گرم آب در دمای 20°C بیش از این نمک طعام را در خود حل نمی کند. این نوع محلول را سیر شده می نامند.



قابلیت حل شدن - مقداری از ماده (بر حسب گرم) که در دمای معین در ۱۰۰ گرم حلال حل می شود و محلول سیر شده را به وجود می آورد، قابلیت حل شدن این ماده نامیده می شود. قابلیت حل شدن



حل شدن کات کبود در آب

مخلوط دو یا چند فلز به دست می آید. مثال آن آلیاژ برنج است که شامل دو فلز مس و روی می باشد. بنابراین آلیاژها را می توان محلولهای جامد دانست. مخلوط گازها، محلول گازی را تشکیل می دهند. هوا محلول اکسیژن و بعضی گازهای دیگر در نیتروژن است (نیتروژن در هوا بیشتر از گازهای دیگر است و بنابراین می توان آن را حلال بحساب آورد). محلولهای مایع اهمیت عملی بیشتر دارند. محلولها ممکن است آبی (محلول ماده حل شدنی در آب) یا غیرآبی باشند. از حلالهای غیر آبی مهم می توان الکل، تترا کلرید کربن و استن، را نام برد.

سرعت حل شدن مواد جامد را می توان افزایش داد. مثلاً در آزمایش حل کردن کات کبود در آب اگر به آن گرما دهیم یا آن را هم بزنیم، کات کبود زودتر در آب حل می شود. اندازه ذرات جامد نیز در حل شدن مؤثر است. ذرات کوچکتر زودتر حل می شوند.

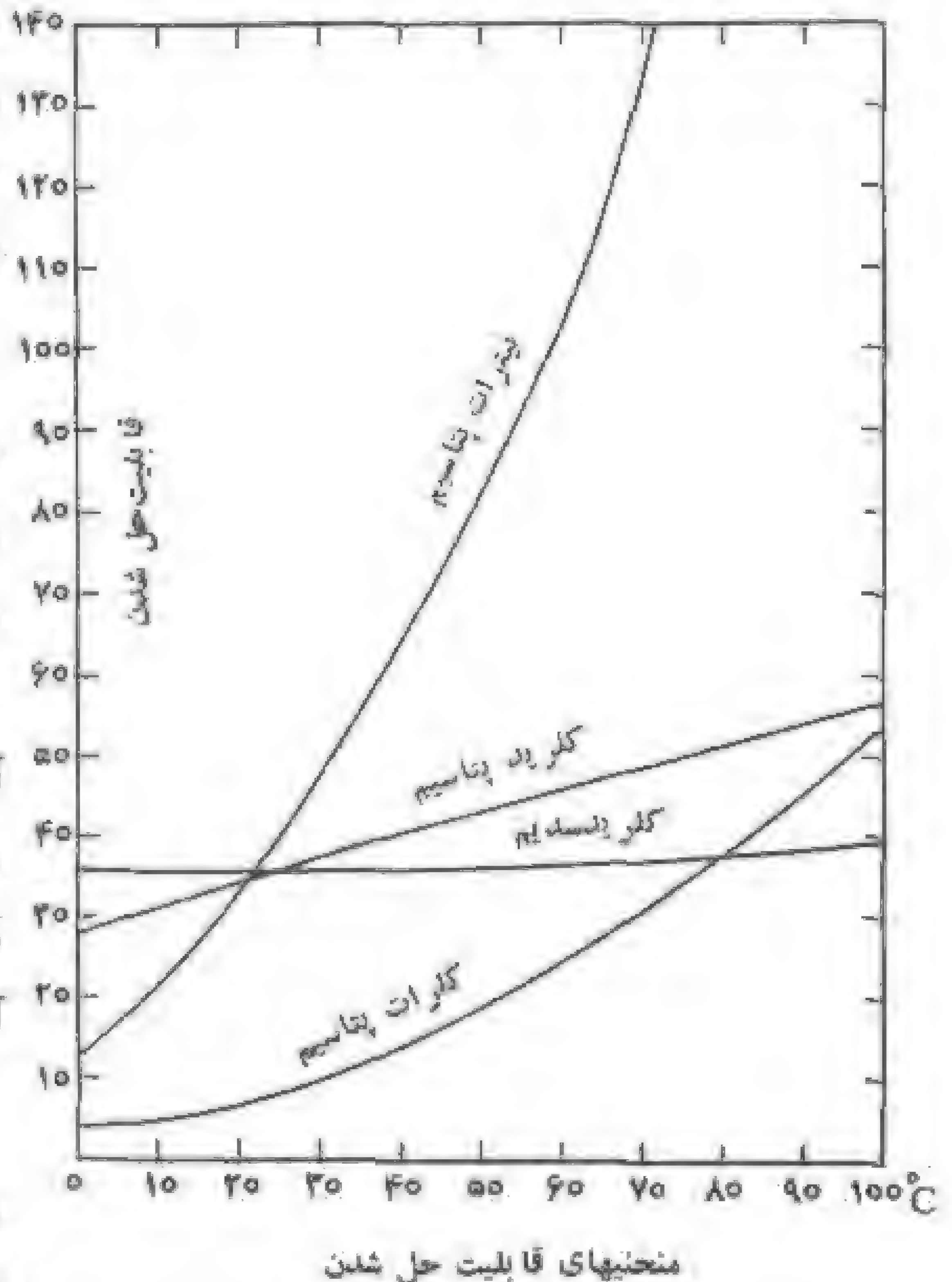
برای این که عمل حل شدن سریعتر صورت گیرد، می توان ماده حل شدنی را در سطح حلال قرار داد. محلول حاصل در سطح مایع معمولاً از

مواد بسیار متفاوت است. بعضی مواد آن قدر در آب کم حل می‌شوند که عملاً آنها را نامحلول به حساب می‌آورند. مثلاً سولفات باریم.

معمولاً دما نیز در قابلیت حل شدن مؤثر است. مثلاً در 20°C ، 32°C گرم نیترات پتاسیم و در 70°C ، 140°C گرم از این نمک در 100 گرم آب حل می‌شود.

بنابراین هرگاه محلول سیرشده‌ای را سرد کنیم مقداری از نمک ته‌نشین می‌شود.

شکل زیر منحنیهای قابلیت حل شدن بعضی نمکها را در آب نشان می‌دهد.



برای تشکیل منحنی قابلیت حل شدن هر ماده ابتدا قابلیت حل شدن ماده مورد نظر را در

دماهای متفاوت از راه آزمایش تعیین می‌کنند و سپس معلومات به دست آمده را روی نمودار منتقل می‌کنند. دما را روی محور افقی و قابلیت حل شدن را روی محور قائم می‌برند.

تمرین - قابلیت حل شدن کلرید پتاسیم و نیترات پتاسیم را در 3°C و 45°C درجه سانتیگراد با استفاده از نمودار ستون قبل به‌طور تقریبی تعیین کنید.

قابلیت حل شدن اکثر مواد جامد در آب با افزایش دما زیاد می‌شود و در نتیجه منحنی قابلیت حل شدن به طرف بالا می‌رود. در مورد بعضی از مواد مانند تییدروکسید کلسیم و سولفات کلسیم، منحنیهای قابلیت حل شدن به طرف پایین می‌آید، یعنی قابلیت حل شدن این مواد در آب با افزایش دما کاهش می‌یابد.

بعضی از مایعات مانند الکل معمولی و گلیسرین در آب حل می‌شوند (محلول مایع در مایع)، و بعضی دیگر مانند بنزین و روغنهای نباتی تقریباً در آب حل نمی‌شوند.

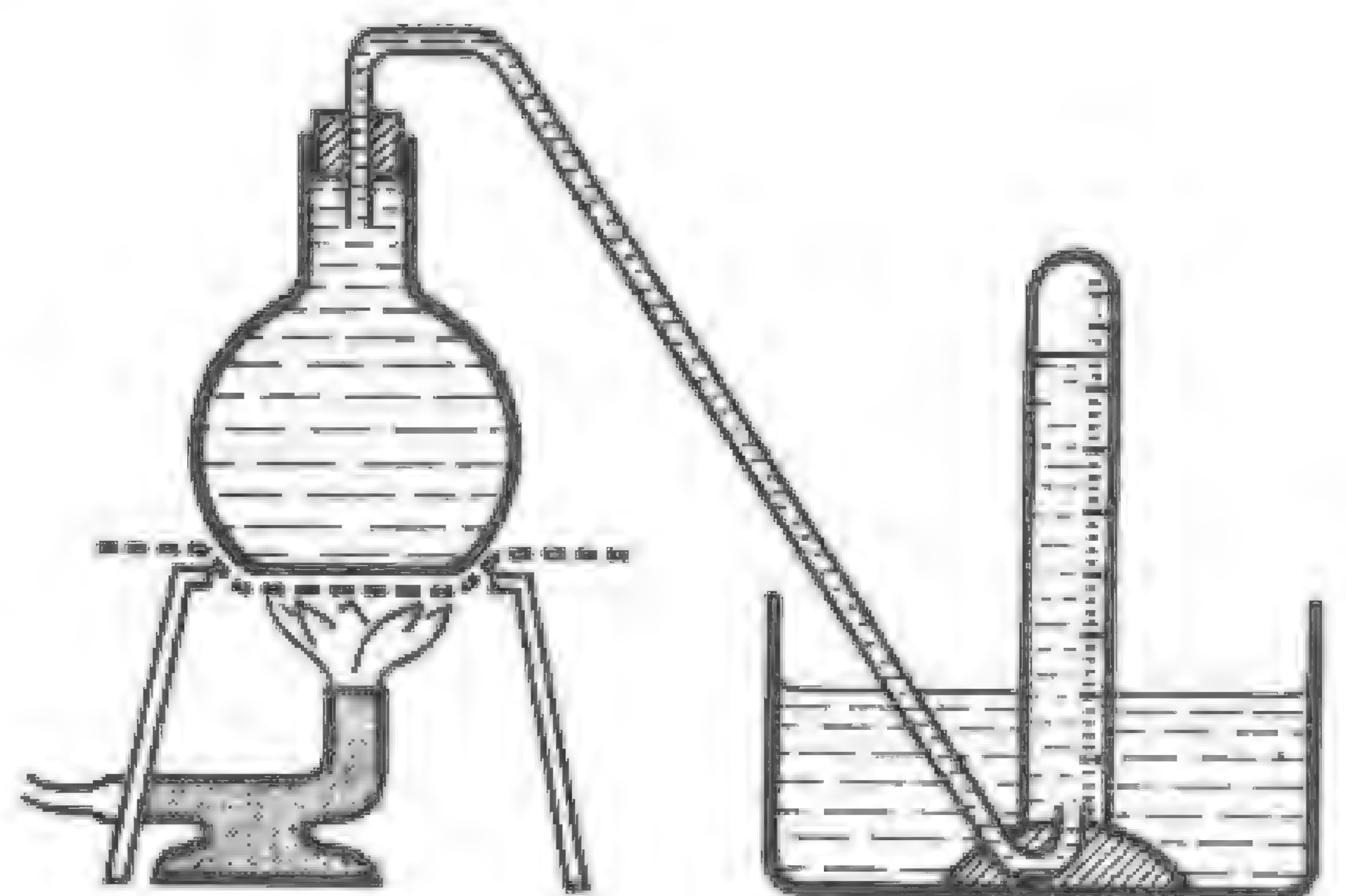
گازها نیز در آب حل می‌شوند. در لیوان آب سرد بریزید و آن را روی میز داخل اتاق قرار دهید. پس از مدتی حبابهای گاز بر دیواره لیوان ظاهر می‌شوند. این حبابها از کجا پیدا شده‌اند؟ آیا آب لیوان گرمتر شده است؟

در بطری محتوی آب گازدار را بردارید، گاز به شدت خارج می‌شود. آیا خارج شدن گاز نتیجه تغییر فشار است؟

حلالیت گازها معمولاً بر اثر افزایش فشار و کاهش دما افزایش می‌یابد. در آزمایشگاه برای تعیین

حجم گاز حل شده در مقداری معین از آب می توان به این ترتیب عمل کرد:

بالونی را از آب باران پر می کنیم و آن را مطابق شکل به لوله ای مدرج پر از آب باران وصل می کنیم. همان طور که می بینید بالون، لوله رابط و لوله مدرج پر از آب است. بالون را گرم می کنیم تا آب به جوش آید. مشاهده می کنیم که در بالای لوله مدرج گاز جمع می شود. هنگامی که حجم گاز ثابت ماند، عمل گرما دادن را قطع می کنیم.



این آزمایش نشان می دهد که گاز در آب حل می شود و چون آب باران برای آزمایش انتخاب شده است می توان قبول کرد که قسمت اعظم گاز جمع شده هواست. ضمناً می فهمیم که قابلیت حل شدن گازها در آب با افزایش دما کاهش می یابد. به کمک این آزمایش حجم هوای حل شده در آب را نیز می توان اندازه گرفت.

تمرین

- ۱- چگونه می توان حل شدن ماده جامد را در آب تسریع کرد؟
- ۲- قابلیت حل شدن، محلول سیر شده و محلول سیر نشده چیست؟

۳- قابلیت حل شدن مواد جامد با افزایش دما چگونه تغییر می کند؟ قابلیت حل شدن گاز با افزایش دما و با افزایش فشار چگونه تغییر می کند؟

۴- در ۳۳۰ گرم محلول سیر شده نیترات پتاسیم در 20°C ، ۸۰ گرم از این نمک وجود دارد. قابلیت حل شدن نیترات پتاسیم را در 20°C حساب کنید.

۵- قابلیت حل شدن سولفات مس در 85°C برابر با ۶۰ گرم و در 15°C برابر با ۱۸ گرم است. اگر ۱۲۰ گرم از محلول سیر شده سولفات مس در 85°C را سرد کنیم تا دمای آن به 15°C برسد، چه مقدار سولفات مس جدا می شود؟

۶- قابلیت حل شدن نیترات پتاسیم در دماهای متفاوت در جدول زیر داده شده است:

دما	۲۰	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۷۰	۸۰	۹۰
قابلیت حل شدن	۳۲	۴۶	۶۴	۸۶	۱۱۰	۱۳۸	۱۶۹	۲۰۲

منحنی قابلیت حل شدن نیترات پتاسیم را بر حسب دما رسم کنید.

۴- تبلور

دانستید که دما نیز در قابلیت حل شدن مؤثر است و معمولاً با افزایش دما قابلیت حل شدن نیز افزایش می یابد. حال اگر یک محلول سیر شده را سرد کنیم، چه روی می دهد؟

آزمایش زیر را انجام دهید تا پاسخ آن را بیابید.

در یک لوله آزمایش محلولی سیر شده از نیترات پتاسیم در دمای معمولی تهیه کنید. سپس

مقداری دیگر از همین نمک به محلول اضافه کنید .
چه می بینید ؟

لوله را گرم کنید . چه روی می دهد ؟ لوله را به ملایمت سرد کنید . مقدار اضافی نمک به صورت بلور ظاهر می شود . همین آزمایش را می توانید با کلرات پتاسیم ، سولفات مس و کربنات سدیم انجام دهید .

بلورها را می توان به روش دیگر نیز به دست آورد . اگر محلول سیر شده ای را در مجاورت هوا قرار دهیم ، حلال به تدریج بخار می شود و بقیه محلول نمی تواند تمام ماده حل شده را در خود نگه دارد و در نتیجه زیادی آن به صورت بلور از محلول جدا می شود . به این طریق می توان مثلاً بلورهای گوگرد را از محلول گوگرد در سولفید کربن و بلورهای ید را از محلول الکلی آن به دست آورد . با استفاده از قابلیت حل شدن مواد نیز می توان بلورهای خالص را از مخلوط جدا کرد . به منحنی قابلیت حل شدن (صفحه ۸۱) نگاه کنید . منحنیها نشان می دهند که در ۷۰°C ، ۱۴۰ گرم نیترات پتاسیم و در ۲۰°C ، ۳۲ گرم از آن در آب حل می شود . در صورتی که تفاوت قابلیت حل شدن کلرید سدیم در آب در این دماها چندان زیاد نیست . پس اگر مثلاً مخلوطی از ۱۳۰ گرم نیترات پتاسیم و ۳۰ گرم کلرید سدیم را در ۱۰۰ گرم آب در ۷۰°C حل کنیم و سپس محلول را به دمای ۲۰°C برسانیم ، ۹۸ گرم نیترات پتاسیم به صورت بلور جدا می شود ، ولی کلرید سدیم به حالت محلول باقی می ماند .

باید دانست که آب در ساختمان بعضی بلورها شرکت می کند و آن را آب تبلور می نامند . اگر به این نوع بلورها گرما دهیم ، آب تبلور جدا می شود و بلورها شکل و گاهی رنگ خود را از دست می دهند .

آزمایش تحقیقی درباره آب تبلور
ابزار مورد نیاز : دستگاهی مطابق شکل ،
استوانه مدرج ، ترازو ، دماسنج ، کات کبود ، آب مقطر .

یک لوله آزمایش (شماره ۱) را به دقت وزن کنید و در آن مقداری در حدود ده گرم کات کبود بریزید و مجدداً وزن کنید . دستگاه را مطابق شکل سوار کنید و به ملایمت حرارت دهید . یک لوله آزمایش دیگر (شماره ۲) را وزن کنید ، بخارات تولید شده از لوله آزمایش ۱ را در لوله شماره ۲ که در یک ظرف آب سرد قرار گرفته است وارد کنید تا تدریجاً به مایع تبدیل شود . حرارت دادن را در حدود بیست دقیقه ادامه دهید . دستگاه را مجدداً وزن کنید ، از وزن آن چقدر کاسته شده است ؟ به نظر می رسد که این مقدار باید با وزن مایع تولید شده برابر باشد . فکر می کنید مایع حاصل چیست ؟ اولین فرضی که به ذهن شما می رسد این است که این مایع آب است . برای اثبات صحت این فرض چه آزمایشی را پیشنهاد می کنید ؟ ولی قبل از آن که روی این مایع آزمایشی انجام دهید ، بجاست که وزن آن



$(m_1) =$ وزن لوله آزمایش (۱)
 $(m_2) =$ وزن لوله آزمایش (۱) و کات کبود
 $(m_2 - m_1) =$ وزن کات کبود
 $(m_3) =$ وزن لوله آزمایش (۲)
 $(m_4) =$ وزن لوله آزمایش (۲) و مایع
 $(m_4 - m_3) =$ وزن مایع درون لوله

$(m_5) =$ وزن لوله آزمایش (۱) پس از حرارت دادن
 $(m_5 - m_2) =$ کمبود وزن کات کبود بر اثر حرارت
 $(V_1) =$ حجم مایع درون لوله آزمایش (۲)
 $\frac{m_4 - m_3}{V_1}$ وزن حجمی مایع

است. آیا با نتایج آزمایش خود، می‌توانید تعداد مولکولهای آبی که همراه یک مولکول CuSO_4 وجود دارد حساب کنید؟ تحقیق نشان میدهد که فرمول کات کبود $(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})$ است، آیا محاسبه شما نیز همین نتیجه را تأیید می‌کند؟ اگر چنین نیست آیا می‌توانید دلیل یا دلایلی برای توجیه نتیجه خود بیاورید؟ در این صورت چه پیشنهادی برای بهبود نتایج آزمایش دارید؟

ماده جامد باقیمانده چه رنگی دارد؟ آیا با اطلاعاتی که تاکنون از این آزمایش جمع‌آوری کرده‌اید می‌توانید قضاوت کنید که تغییر انجام شده یک تغییر فیزیکی یا شیمیایی است؟ ته لوله آزمایش محتوی ماده باقیمانده را در دست بگیرید و چند قطره آب در لوله بریزید، چه تغییراتی احساس می‌کنید؟ آیا پس از انجام آزمایش اخیر مایلید نظر خود را درباره پرسش قبل تغییر دهید؟

اگر اطلاعات جمع‌آوری شده شما ثابت کند که مایع حاصل آب خالص نیست (اگر فرض آب بودن مایع حاصل رد شده باشد) چه فرض یا فرضهای دیگری را برای شناخت مایع تولید شده پیشنهاد می‌کنید؟ آیا استفاده از یک معرف رنگین (مثلاً تورنسل) به شما کمکی می‌کند؟ برای مثال اگر این مایع تورنسل را قرمز کند، حدس می‌زنید چه اسیدی در محلول وجود داشته باشد؟

ماده جامد باقیمانده را در آب مقطر بریزید

را معین کنید. بنابراین لوله آزمایش ۲ و مایع درون آن را با هم وزن کنید. برای آن که استفاده از نتایج آزمایش آسان باشد و جستجوی نظام بهتر انجام گیرد. بهتر است که ثبت نتایج به‌صورتی انجام گیرد که در صورت لزوم بتوان آسانتر مطلب مورد نیاز را جستجو کرد. برای مثال در همین آزمایش برای ثبت نتایج در دفترچه آزمایشگاه خود، جدولی مطابق جدول بالا تنظیم کنید و نتایج به دست آمده را در آن ثبت کنید. با توجه به نتایج ثبت شده بالا آیا کمبود وزن لوله آزمایش (۱) با وزن جمع‌آوری شده در لوله آزمایش (۲) با هم مساوی است؟

در صورتی که پاسخ منفی باشد، فکر می‌کنید چه عواملی باعث بروز این تفاوت شده باشد؟ حال به بررسی مایع تولید شده باز می‌گردیم. برای اثبات صحت فرضیه آب بودن مایع حاصل آیا می‌شود از اندازه‌گیری دمای جوش یا انجماد آن استفاده کرد؟ از وزن حجمی آن چگونه؟

برای اطمینان از درستی نتیجه‌گیری خود در یک دستگاه دیگر دمای جوش و دمای انجماد آب خالص را اندازه بگیرید. آیا نقطه جوش مایع تولید شده با آب خالص مساوی است؟ چگونه می‌توان با استفاده از ابزاری که در اختیار دارید، وزن حجمی مایع را اندازه گرفت؟

اگر فرض کنیم که مایع حاصل آب خالص و ماده باقیمانده در دستگاه، سولفات مس خالص

آیا کاملاً در آب محلول است؟ چگونه تشخیص می‌دهید که کاملاً در آب حل شده است؟

آیا می‌توانید با عمل تبلور، ماده اولیه (کات کبود) را به دست آورید؟ در صورت امکان این کار را انجام دهید و در جلسه بعد بلورهای به دست آمده را وزن کنید. آیا وزن این بلورها با بلورهای اولیه مساوی است؟ سعی کنید تا کلیه عواملی را که باعث ایجاد این تفاوت شده پیدا کنید و در کلاس درباره هر یک از این عوامل بحث کنید. نتیجه‌گیریهای خود را تحت عنوان خطا در آزمایش به دو دسته خطای آدمی و خطای ابزاری بیان کنید.

پس از پایان این کار تحقیقی آیا می‌توانید به سوالات زیر نیز پاسخ دهید؟ اگر نتوانستید پاسخ کلیه این پرسشها و پرسشهای دیگر نظیر آنها را پیدا کنید زیاد نگران نباشید. برای پاسخ دادن به برخی از آنها ممکن است نیاز به تحقیق و ادامه تحصیل و استفاده از مآخذ گوناگون داشته باشید.

— چرا کات کبود قبل از حرارت، شکل بلوری دارد (شفاف است و شکل هندسی دارد) ولی بر اثر حرارت شکل آن تغییر می‌کند؟

— چرا کات کبود رنگی است ولی بلورهای نمک طعام و سولفات سدیم بی‌رنگ هستند؟

— چرا پس از حرارت دادن بلورها اگر بر روی ماده باقیمانده آب بریزیم، گرما تولید می‌شود؟

— چرا پس از افزودن آب، رنگ آن دوباره به حالت اول برمی‌گردد ولی شکل بلوری آن فوراً به شکل اول در نمی‌آید؟

آیا نتایج حاصل از این تحقیق در همه موارد صدق می‌کنند؟

از تحقیق قبلی برمی‌آید که واکنش اصلی

در آزمایش حرارت دادن بلورهای کات کبود آزاد شدن بخار آب و پیدایش سولفات مس (II) سفید رنگ می‌باشد.



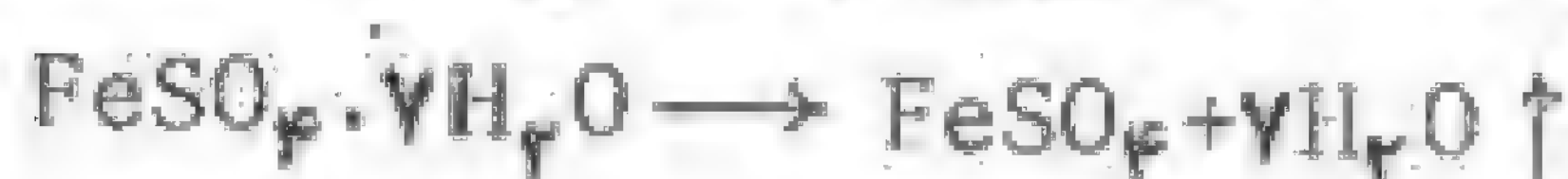
هرگاه آزمایش را با بلورهای شفاف و بی‌رنگ سولفات سدیم ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) انجام دهید مجدداً به نتیجه مشابهی می‌رسید یعنی بخار آب و نمک سفید رنگ Na_2SO_4 به دست می‌آورید.

آیا با مطالعه نتایج این دو آزمایش می‌توانید فرضیه زیر را پیشنهاد کنید؟

"نمکهای متبلور در اثر حرارت آب از دست می‌دهند و به ماده سفید رنگی تبدیل می‌شوند."

این فرضیه تا چه حد با واقعیت مطابقت دارد؟ آزمایش را مجدداً با بلورهای زاج سبز $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ تکرار می‌کنیم. بخارات حاصل اثر اسیدی بیشتری داشته و تورنسل را با شدت بیشتری سرخ رنگ می‌نماید. اضافه بر این ماده باقیمانده تیره رنگ شده و مانند موارد قبلی سفید رنگ باقی نمی‌ماند.

در توجیه این وضع استثنایی، تحقیق نشان می‌دهد که در اینجا نیز در ابتدا واکنشی شبیه واکنشهای فوق صورت می‌گیرد و بخار آب همراه با سولفات آهن (II) پدید می‌آید.



ولی حرارت شدیدتر باعث تجزیه نمک سولفات آهن (II) شده و واکنش زیر صورت می‌گیرد:



بخارات SO_3 و SO_2 پس از وارد شدن در آب، در آن حل شده و تولید اسید می‌نمایند.

(معادله واکنش‌ها را بنویسید و اسیدها را نام گذاری کنید).

در تاریخ آمده است که جابر بن حیان، دانشمند معروف اسلامی، با همین روش اسید سولفوریک را تهیه کرد.

با آگاهی از اثر حرارت بر بلورهای زاج سبز نتیجه خواهید گرفت که دربرخی از این آزمایشها، مایع تولید شده آب خالص نیست و ماده جامد باقیمانده نیز کاملاً سفید رنگ نمی‌باشند. باوجود اینکه این نتیجه‌گیری تا حدودی با فرضیه قبلی مطابقت نمی‌کند ولی عادت دانشمندان بر آن است که با چنین استثناهای کوچکی یک فرضیه خوب را رد نمی‌کنند. بلکه برای تفسیر این استثناهای نیز فرضیه دیگری پیشنهاد می‌نمایند.

این نوع استثناهای اصطلاحاً "محدودیت در قلمرو فرضیه‌های علمی" می‌نامند. در شیمی سالهای آینده از جدولها و نمودارهای زیادی استفاده خواهید کرد. از آنها به نظامها و فرضیه‌های سودمندی می‌رسید. دقت در اعداد این جدولها و نمودارها، به شما قدرت پیشگویی و معلومات‌سازی می‌دهد ولی در عین حال ممکن است به موارد استثنایی و محدودیتهای متعددی برسید که برای توجیه آنها به تحقیق بیشتر و پیشنهاد فرضیه‌های دیگری نیاز دارید.

گاهی نیز بیان علت استثناهای تحقیق درباره آنها خارج از حدود درس و توانایی علمی شما و یا حتی معلم‌شما می‌باشد. دانشمندان نیز در نظامهای طبیعی با بسیاری محدودیتهای برخورد می‌کنند که تلاش آنان برای توجیه این محدودیتهای ادامه دارد. بدیهی است که این محدودیتهای اعتماد ما را به فرضیه‌ها یا تئوریها سست نمی‌کند، زیرا همواره از آنها استفاده

می‌کنیم و به کمک آنها به دانستنی‌های جدید و نتایج فراوانی می‌رسیم.

بنابراین نباید از محدودیتهای علمی وحشت کرد، بلکه باید آنها را نیز به خدمت گرفت. مثال دیگر: وقتی که در یک لیوان بلوری آب می‌نوشید، آیا نگران نیستید که روزی تمام لیوان در اثر حل شدن در آب از بین برود؟ احتمالاً خواهید گفت شیشه در آب نامحلول است. آزمایش زیر را انجام دهید تا معلوم شود که نظر شما درست است یا نه.

آزمایش: یک تکه شیشه را در هاون، نرم بسایید و کمی آب روی آن بریزید، چند قطره محلول فنل‌فتالئین به آن اضافه کنید، تغییر رنگ فنل‌فتالئین چه چیزی را ثابت می‌کند؟

تمرین

۱- از ۲/۷۲ گرم کلرید باریم متبلور، ۲/۳۲ گرم نمک بی‌آب به دست آمده است. هر مولکول BaCl_2 با چند مولکول آب پیوند یافته است؟

۲- دانش‌آموزی آزمایش تحقیقی اثر حرارت را بر بلورهای سولفات سدیم (آبدار)، در یک بوته چینی انجام داد. او ابتدا بوته خالی و سپس بوته و مقداری بلور سولفات سدیم را توزین کرد. آن گاه بلورها را به مدت نیم ساعت حرارت داد. نتایج آزمایش او به قرار زیر بود:

گرم ۱۶/۲ = وزن بوته خالی

گرم ۱۹/۴۲ = وزن بوته و بلورهای سولفات سدیم

گرم ۱۷/۳۸ = وزن بوته + ماده باقیمانده پس از حرارت دادن

با توجه به نتایج آزمایش فوق به پرسشهای زیر پاسخ دهید :

الف - وزن بلور چقدر است ؟

ب - کاهش وزن بلورها چقدر است ؟

ج - اگر این دانشآموز بخواهد $2/36$ گرم سولفات سدیم بدون آب تهیه کند ، با توجه به نتایج آزمایش فوق ، چه مقدار سولفات متبلور را باید انتخاب کند ؟

د - تعداد مولکولهای آب تبلور موجود در بلورهای سولفات سدیم را با توجه به نتایج آزمایش این دانشآموز حساب کنید .

۵- غلظت محلولها

مقدار ماده حل شده موجود در مقداری معین از محلول را غلظت محلول می نامند . غلظت محلول را به راههای گوناگون بیان می کنند . غلظت مولکولی مقدار ماده حل شدنی را بر حسب مولکول گرم (مول) در لیتر محلول نشان می دهد . مثلاً " غلظت محلول دارای 40 گرم سود ، یک مولکول گرم یا یک مول (M) در لیتر است . غلظت محلول دارای 4 گرم سود $1M/40$ است .

تمرین

۱- $2/08$ گرم کلرید باریم خالص را در ظرفی ریخته و بر روی آن آب مقطر می ریزیم تا حجم کلی به یک لیتر برسد .

اولاً - غلظت مولار این محلول را حساب کنید .

ثانیاً - 10 میلی لیتر از این محلول چند گرم کلرید باریم دارد ؟

۲- چند گرم نمک از تیخییر کامل 10 میلی لیتر

محلول $0/5$ مولار نمک طعام به دست می آید ؟
۳- چه مقدار کلرید سدیم برای تهیه 2 لیتر محلول $0/2$ M این نمک لازم است ؟

۴- 50 میلی لیتر محلول اسید سولفوریک به غلظت $9/8$ گرم در لیتر چند گرم اسید خالص دارد ؟

۵- چند میلی لیتر محلول تییدروکسید سدیم به غلظت 4 گرم در لیتر را می توان از حل کردن $0/8$ گرم NaOH خالص در آب به دست آورد .

۶- $0/47$ گرم اکسید پتاسیم را در آب مقطر حل کرده و حجم محلول را به 100 میلی لیتر رسانده ایم معادله واکنش را نوشته و غلظت محلول حاصل را حساب کنید .

۷- $0/4$ گرم تری اکسید گوگرد را در آب حل کرده و حجم محلول را به 50 میلی لیتر رسانده ایم . غلظت محلول را بر حسب گرم و مولکول گرم در لیتر حساب کنید .

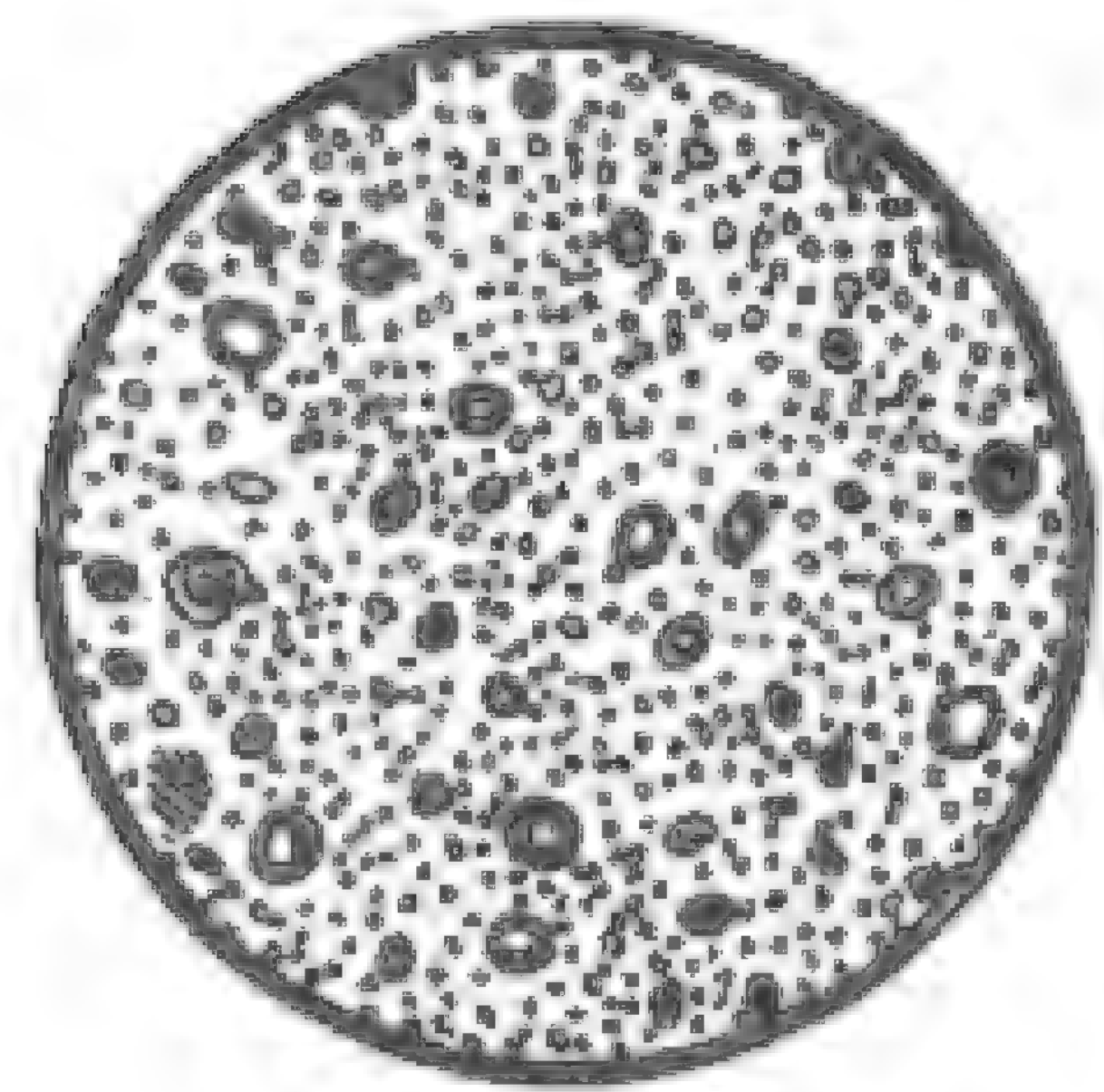
۶- محلولهای کلونییدی

می دانید که مایع حاصل از حل کردن قند در آب یکنواخت است ، یعنی مولکولهای قند به طور یکنواخت بین مولکولهای آب در تمام حجم محلول پراکنده می شوند . این نوع محلول را محلول حقیقی یا مولکولی می نامند . اما اگر مقداری خاک را در آب بریزیم و آن را هم بزنیم ، مایع یکنواخت تولید نمی شود بلکه مایعی تیره به دست می آید . ذرات خاک در این مایع مدتی به حالت معلق باقی می مانند و اگر آن را به حال خود بگذاریم پس از مدتی رسوب می کنند .

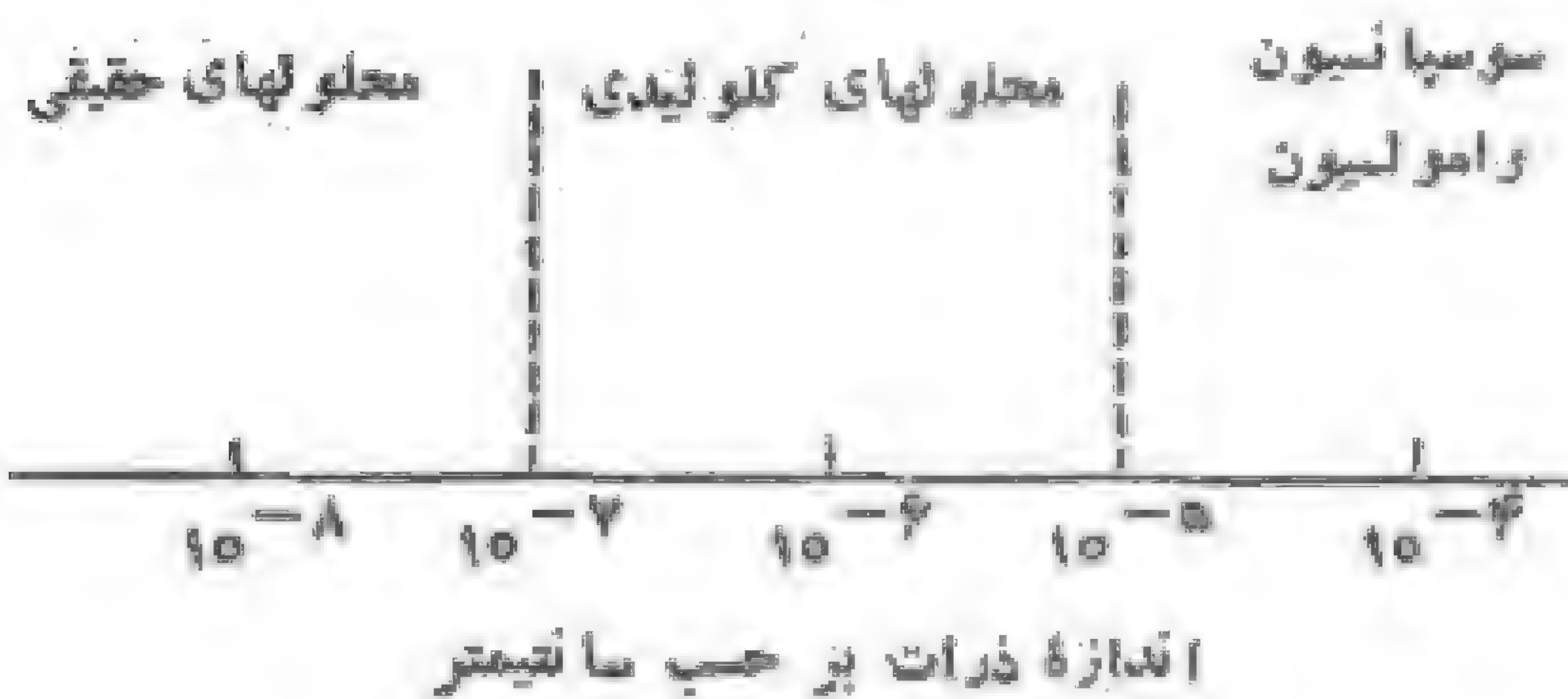
ذرات ماده جامد معلق در مایع را سوسپانسیون و قطره های بسیار کوچک مایع معلق در

مایع را امولسیون می نامند .

چسب نشاسته که از حل کردن نشاسته در آب گرم حاصل می شود ، نمونه ای از یک محلول کلوئیدی می باشد . یک تفاوت مهم بین محلولهای حقیقی و محلولهای کلوئیدی در اندازه ذراتی است که در محلول پراکنده می شوند .



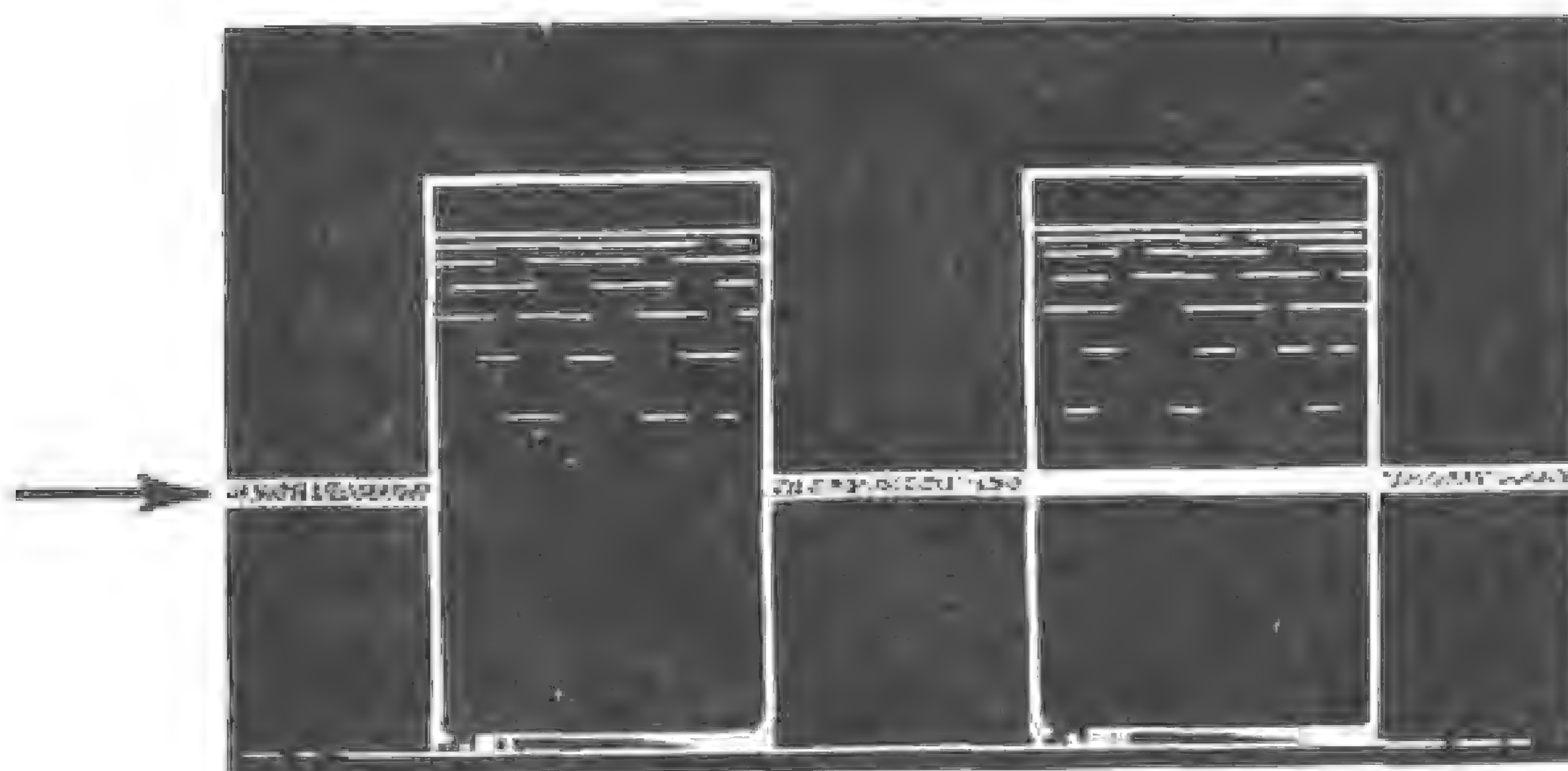
شیر زیر میکروسکوپ



محلولهای کلوئیدی مانند محلولهای حقیقی شفافند، پس چگونه می توان آنها را تشخیص داد؟ اگر در یک اتاق تاریک، دسته باریکی از اشعه نورانی بر یک محلول کلوئیدی بتابانیم و از پهلو به آن نگاه کنیم ، مسیر نور در آن به خوبی پیداست، اما هنگام عبور نور از یک محلول حقیقی این پدیده مشاهده نمی شود. ذرات کلوئید در محلول کلوئیدی در شرایطی معین به یکدیگر می چسبند، ذرات بزرگتر تشکیل می دهند و نه نشین می شوند، ترکیب ذرات کلوئید با یکدیگر و تشکیل ذرات بزرگتر را لخته

شیر نمونه ای از امولسیون است . ذرات معلق (جامد یا مایع) در حلال به تدریج یا به سطح مایع می آیند (خامه شیر) ، یا ته نشین می شوند (آب گل آلود)

غیر از محلول حقیقی و سوسپانسیون و امولسیون ، حالت میانه ای نیز وجود دارد که آن را محلول کلوئیدی می نامند. ذرات در محلول کلوئیدی از مولکولهای جداگانه تشکیل نشده اند بلکه اجتماعی از مولکولها هستند ولی با وجود این به قدری کوچکند که مایع حاصل ممکن است شفاف به نظر آید.



عبور نور از محلولهای حقیقی و کلوئیدی

شدن می نامند. گاهی نیز ذرات کلوئید به یکدیگر می چسبند ولی رسوب عادی دیده نمی شود بلکه محلول کلوئیدی به توده ای نیمه جامد تبدیل می شود. از همین خاصیت برای تهیه زله و چسب استفاده می شود. تبخیر حلال در چسب، موجب سفت شدن آن می شود و اشیا را به هم می چسباند.

محلولهای کلوئیدی نقشی عمده در طبیعت به عهده دارند. پدیده هایی که در محلولهای کلوئیدی خاک روی می دهد، در حاصلخیزی آن مؤثر است. خون و پروتوپلاسم سلولهای زنده محلولهای کلوئیدی هستند. تهیه چسب، لاک، رنگ کردن پارچه ها، دباغی پوست، تهیه نخهای مصنوعی، همه با محلولهای کلوئیدی، لخته شدن و تشکیل زله ارتباط دارند.

اهمیت محلولها - محلولها در زندگی طبیعت اهمیت فراوان دارند. گیاهان نمکهای لازم برای رشد خود را به صورت محلول از خاک می گیرند. به همین جهت شرط لازم برای تولید محصول خوب، رساندن به موقع آب به زمین است. اگر مقدار نمک در آبهای طبیعی بیش از اندازه باشد، چنین آبهایی برای آبیاری مناسب نیستند. در کشاورزی بعضی کودها و داروهای ضد آفتهای گیاهی را به صورت محلول به کار می برند.

جذب مواد به وسیله حیوانات و انسان نیز

از طریق تبدیل آنها به ترکیبات قابل حل در آب انجام می گیرد. در شیمی نیز اغلب به جای مواد خالص، محلولهای آبی آنها را به کار می بریم. مواد به صورت محلول سریعتر در واکنشهای شیمیایی شرکت می کنند. برای این منظور مقادیر عظیم آب در صنایع شیمیایی و بسیاری از صنایع دیگر مصرف می شود.

همان طور که قبلاً دیدید برای تهیه مواد خالص، آنها را به صورت محلول در می آوریم، صاف می کنیم و با تبخیر محلول به صورت بلور جدا می کنیم. غیر از آب به عنوان حلال، از بنزین، الکل و مایعات دیگر نیز استفاده می کنیم. مثلاً لکه های چربی روی پارچه را با بنزین پاک می کنیم. چربی که در آب حل نمی شود، به خوبی در بنزین حل می شود و به صورت محلول از پارچه جدا می شود.

تمرین

۱ - سوسپانسیون، امولسیون، محلولهای کلوئیدی و حقیقی را تعریف کنید و از هریک، یک مثال بیاورید.

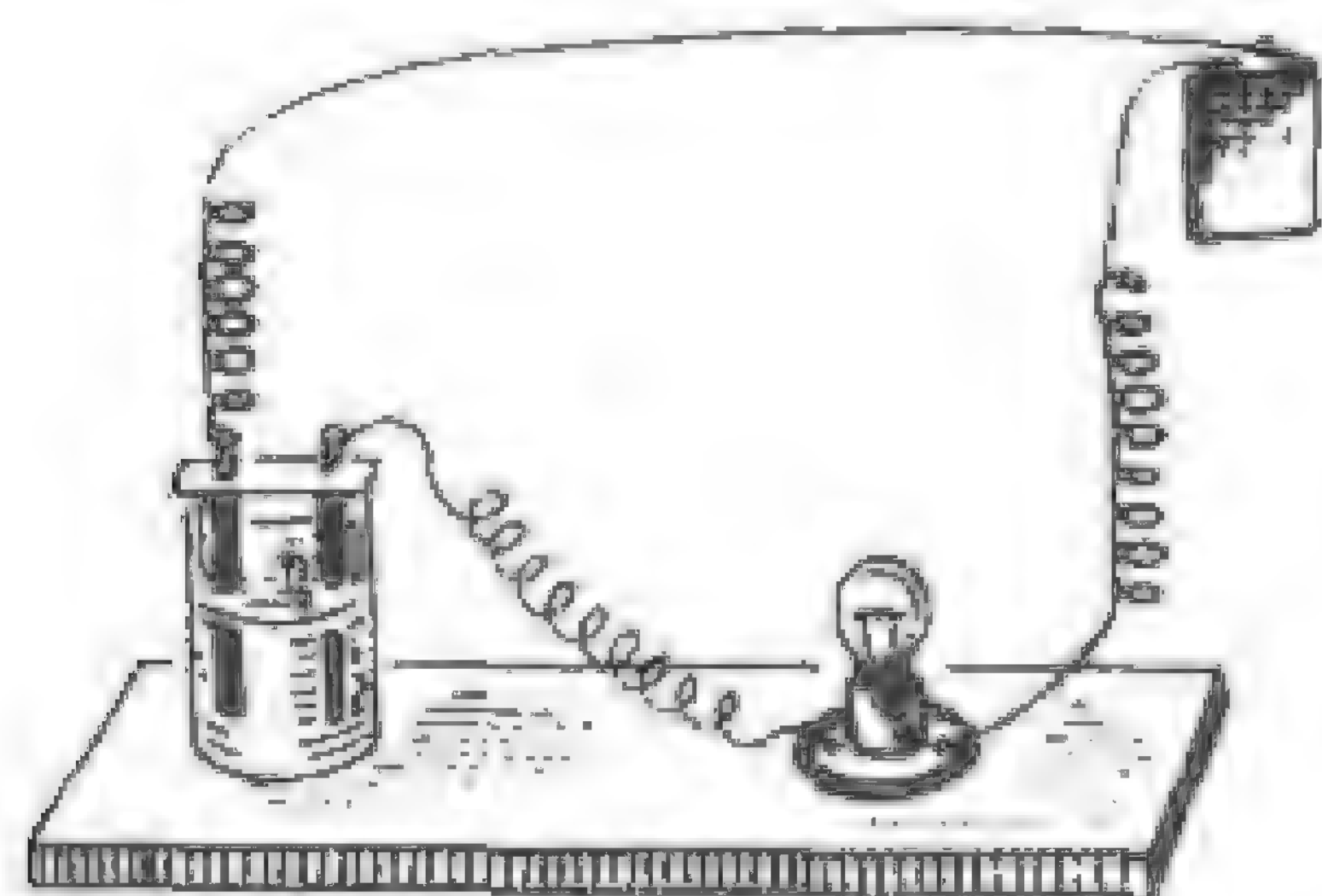
۲ - شباهت و تفاوت الف - بین سوسپانسیون و محلولهای کلوئیدی، ب - بین محلولهای کلوئیدی و حقیقی را بیان کنید.

۳ - لخته شدن چیست؟

اسیدها . بازها . نمکها

آزمایش ۱ - چند دانه گلبرگ گل سرخ ، گل بنفشه یا اطلسی بنفش رنگ را روی کاغذ سفید بکشید نارنگین شود . آنگاه چند قطره محلول اسید (مانند سرکه یا آلیمو) و چند قطره محلول قلیایی (مانند سود یا محلول گرد رختشویی) روی آن بریزید و تغییرات رنگ را مشاهده کنید . هرگاه دو محلول بی رنگ از اسید و قلیا داشته باشید ، آیا می توانید نوع آنها را به وسیله گل سرخ مشخص کنید ؟

۴/۵ ولتی ، یک لامپ کوچک ۲ تا ۳ ولتی و یک لیوان با دو الکترود زغالی فراهم کنید . در لیوان الکترولیز آب مقطر بریزید . آیا لامپ روشن می شود ؟ قدری محلول اسید کلریدریک به آب مقطر اضافه کنید . چه مشاهده می کنید ؟ آیا لامپ روشن می شود ؟ این آزمایش را با نمک طعام خشک ، با محلول نمک طعام ، با محلول الکل و قند نیز آزمایش کنید و هر بار نتیجه آزمایش را یادداشت کنید .



آزمایش نشان می دهد که محلولهای آبی اسیدها ، قلیاها و نمکها جریان برق را عبور می دهند . موادی که محلولهای آنها جریان برق را عبور می دهند الکترولیت نامیده می شوند بنابراین اسیدها ،

آزمایش ۲ - در سه لوله آزمایش مقداری اسید کلریدریک بریزید . سپس با قطره چکان چند قطره محلول تورنسل به لوله اول ، چند قطره متیل ارانژ به لوله دوم و چند قطره فنل فتالئین به لوله سوم اضافه کنید . چه مشاهده می کنید ؟ همین آزمایش را با سه لوله آزمایش دارای محلول سود تکرار کنید . چه مشاهده می کنید ؟

تورنسل ، متیل ارانژ و فنل فتالئین معرفهای محلولهای اسیدی و قلیایی هستند . رنگ معرفهای اسیدی و قلیایی را در جدول زیر می بینید :

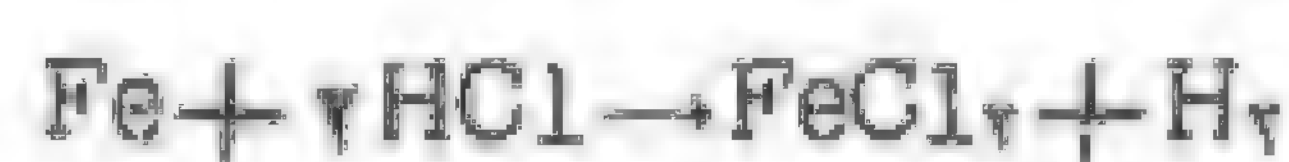
آزمایش ۳ - دستگاهی مطابق شکل از یک باتری

رنگ معرف در محلولها			نام معرف
قلیایی	اسیدی	خنثی	
آبی زرد ارغوانی	سرخ سرخ بی رنگ	بنفش نارنجی بی رنگ	تورنسل متیل ارانژ فنل فتالئین

بازها و نمکها الکترولیت به شمار می‌روند.

موادی که محلولهای آنها جریان برق را از خود عبور نمی‌دهند، غیرالکترولیت نامیده می‌شوند. الکل و قند غیر الکترولیت هستند.

واکنش اسیدها با فلزات - محلولهای بعضی از اسیدها مانند اسید کلریدریک و اسید سولفوریک در واکنش با عده‌ای از فلزات شرکت می‌کنند. مثلاً اسید کلریدریک با فلزات روی و آهن تی‌دروژن و نمک کلرید تولید می‌کند.



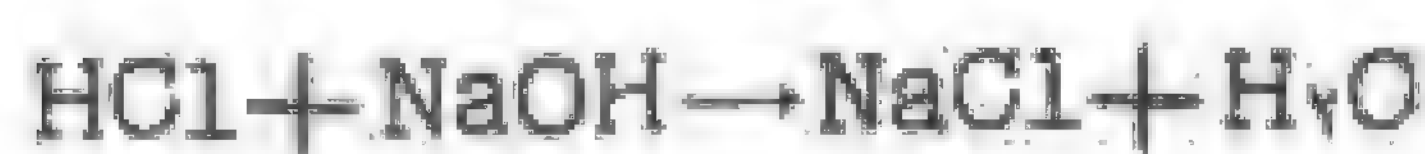
از واکنش اسید سولفوریک رقیق با این فلزات، نمک سولفات و تی‌دروژن تولید می‌شود



واکنش اسیدها با بازها - در یک لوله آزمایش مقداری محلول رقیق اسید کلریدریک بریزید. یک قطره محلول متیل ارانژ به آن اضافه کنید. محلول به چه رنگ درمی‌آید؟ با یک قطره چکان تمیز قطره قطره محلول سود به آن اضافه کنید. با هر قطره‌ای که اضافه می‌کنید، لوله را تکان دهید. به افزودن محلول سود تا تغییر رنگ محلول ادامه دهید، تغییر رنگ علامت چیست؟ قدری از محلول حاصل را روی شیشه‌ای تمیز بریزید و آن را به ملایمت گرم کنید تا آب آن بخار شود. روی شیشه چه چیز باقی می‌ماند؟ معادله واکنش را بنویسید. واکنش اسید

با باز چه نوع واکنشی است؟

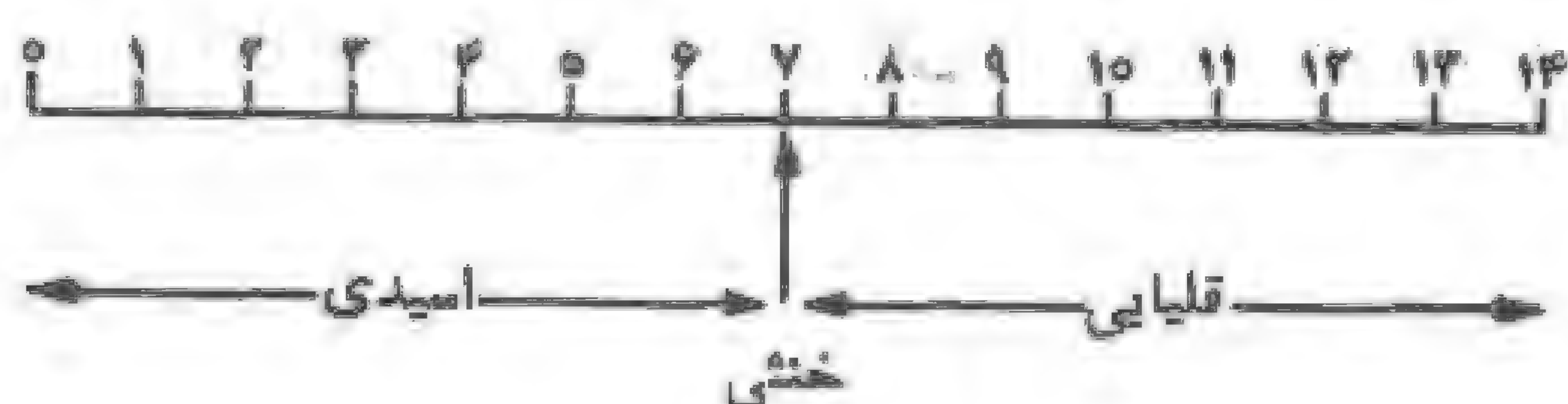
از واکنش اسیدها با بازها نمک و آب تولید می‌شود. واکنش اسیدها با بازها را خنثی شدن می‌نامند. معادله واکنش خنثی شدن اسید کلریدریک را به وسیله سود می‌توان چنین نشان داد:



تماس اسیدهای غلیظ با پوست بدن ایجاد سوزش شدید و سوختگی می‌نماید و ریختن اسیدها بر پارچه، چوب و اغلب مواد دیگر منجر به پوسیدگی آنها می‌شود. اغلب از اثر خورندگی آب باتری که محلول رقیق اسید سولفوریک است بر پارچه و بستهای آهن باتری اتومبیل آگاهی دارید. آسان‌ترین راه درمان فوری آلودگی با اسید، شست و شو با آب فراوان است.

معرف pH - هر گاه انواع مناسب از معرفهای رنگین را با یکدیگر بیامیزیم می‌توانیم به نوعی معرف برسیم که نه فقط نشان دهنده اسید یا باز بودن ماده خواهد بود بلکه غلظت اسیدها و بازها را نیز تعیین می‌کند. این معرف که دامنه وسیعی از غلظت‌های اسید و باز را به وسیله رنگهای گوناگون خود در بر می‌گیرد معرف pH یا اونیورسال نامیده می‌شود.

اگر محلولی به غلظت یک مول از اسید کلریدریک (گرم ۳۶/۵ HCl) را در لیتر داشته باشیم و یک قطره از آن را بر معرف pH بریزیم رنگ سرخی به دست می‌آید که عدد آن روی جدول

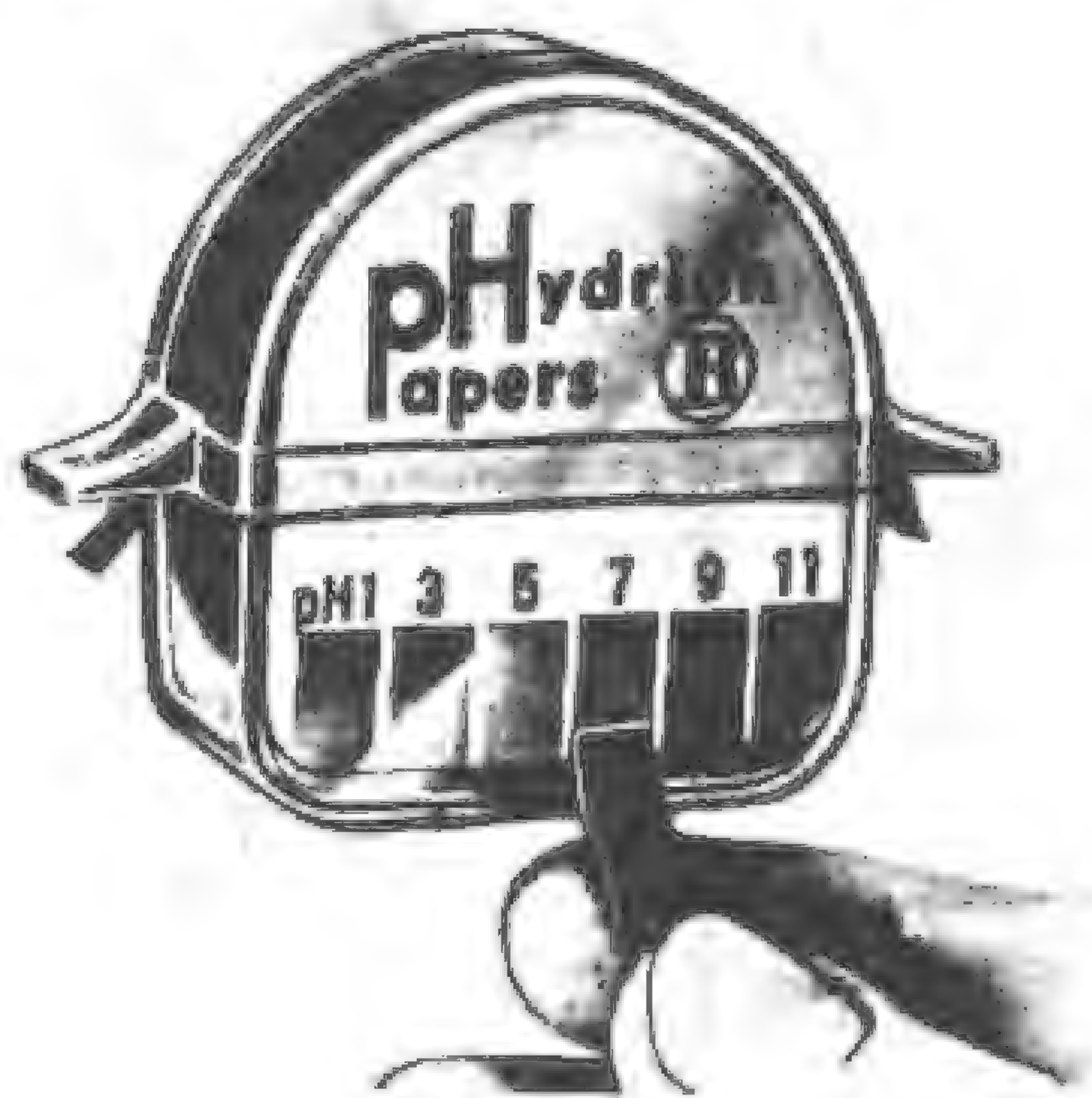


رنگهای pH نزدیک به صفر است. چون این محلول را ۱۰ مرتبه رقیق کنیم و یک قطره از آن به معرف pH بزنیم، ممکن است رنگ سرخی با اندکی تفاوت پدید آید که عدد pH آن ۱ است. با رقیق کردن مداوم محلول عدد pH بالا می رود تا در پایان به رقم ۷ نزدیک می شود که مخصوص آب مقطر است. در آزمایش دیگر هرگاه محلولی به غلظت یک مول از سود سوزآور ($\text{NaOH} = 40 \text{ گرم}$) در لیتر داشته باشیم و یک قطره آن را به همان معرف pH بزنیم، رنگ نیلی یا آبی به دست می آید که عدد pH آن نزدیک به ۱۴ است. با رقیق کردن متوالی این محلول pH نیز تغییر می کند و مرتباً کاهش می یابد تا بالاخره به ۷ که ویژه آب خنثی است می رسد. بنابراین دامنه معرف pH از صفر تا ۱۴ است.

pH آب خالص یا آب مقطر ۷ است.

معرف pH را به صورت محلول یا نوار کاغذی تهیه می کنند که در هر مورد همراه با صفحه مقیاس رنگ و عدد pH مربوطه است.

هرگاه محلول یک ماده قلیایی چون پودر رختشویی، صابون یا جوش شیرین را بر معرف pH بریزیم، اعداد pH بالاتر از ۷ و کمتر از ۱۴ خواهیم



تعیین pH محلول به وسیله pH سنج داشت. ریختن محلول یک ماده اسیدی چون لیموترش، شیر ترشیده و سرکه بر این معرف pH کمتر از ۷ و بیش از صفر را نشان می دهد. در آزمایشگاه از دستگاههای الکتریکی ویژه ای برای سنجش دقیق pH استفاده می کنند که آنها را pH متر یا pH سنج می نامند. چون دو قطب pH متر را در محلول مورد آزمایش وارد کنند، مقدار دقیق به وسیله عقربه و درجات مقیاس نشان داده می شود. تعیین و تنظیم pH در کشاورزی و در بسیاری از صنایع اهمیت بسیار دارد. هر نوع گیاه در فاصله ای معین از pH خاک محصول بهتر می دهد. مثلاً سیب زمینی در خاکی با pH بین ۵ و ۶، و گندم در pH بین ۵/۵ تا ۸ بهتر رشد می کنند.

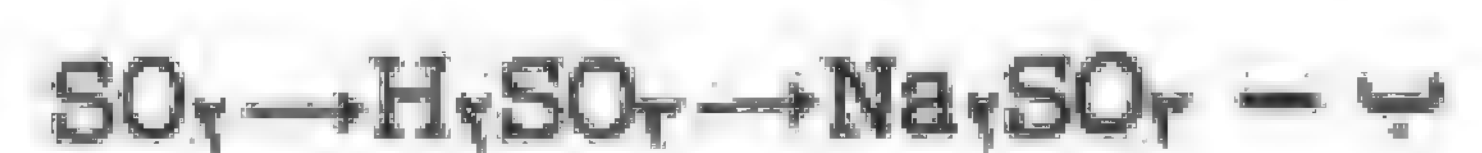
تمرین

۱- خواص مشترک اسیدها را با ذکر مثال بیان کنید.

۲ - خواص مشترک بازها را با ذکر مثال بیان کنید.

۳ - در چهار ظرف مایعات بی رنگ ریخته اند. در هر یک از آنها یکی از مواد زیر موجود است: اسید، قلیا، نمک، آب خالص. چگونه می توان تشخیص داد هر ماده در کدام ظرف است.

۴ - مواد مرکب غیر آلی را به چهار گروه مهم تقسیم می کنند: اکسیدها، بازها، اسیدها و نمکها. از مواد یک گروه می توان مواد گروههای دیگر را به دست آورد. حال توضیح دهید تبدیلات زیر را چگونه می توان انجام داد:



۵ - چگونه می توان تبدیلات زیر را انجام داد:



ع - معادله واکنشهای زیر را بنویسید:

الف - محلول اسید سولفوریک با تییدرو-

کسیدهای پاریم، آلومینیم، روی، سدیم.

ب - محلول اسید نیتریک با تییدروکسیدهای

سرب، آهن (III)، پتاسیم.

۷ - اکسیدهای بازی نیز مانند بازها در

واکنش با اسیدها شرکت می کنند و نمک و آب تولید

می کنند. معادله واکنش: الف - بین محلول اسید

سولفوریک و Na_2O و CuO ، ب - بین محلول اسید

نیتریک و Ag_2O و ZnO را بنویسید.

۸ - اکسیدهای اسید نیز مانند اسیدها در

واکنش با بازها شرکت می کنند و نمک و آب تولید

می کنند. معادله واکنش دی اکسید کربن و دی اکسید

گوگرد و تری اکسید گوگرد را با سود بنویسید.

۹ - معادله واکنش اسید سولفوریک رقیق را با

فلز روی و با محلول پتاس بنویسید و نوع هر یک از

آن دو واکنش را معین کنید.

۱۰ - محلولهای زیر را به دودسته تقسیم کنید،

به طوری که در یکی pH بیش از هفت و در دیگری

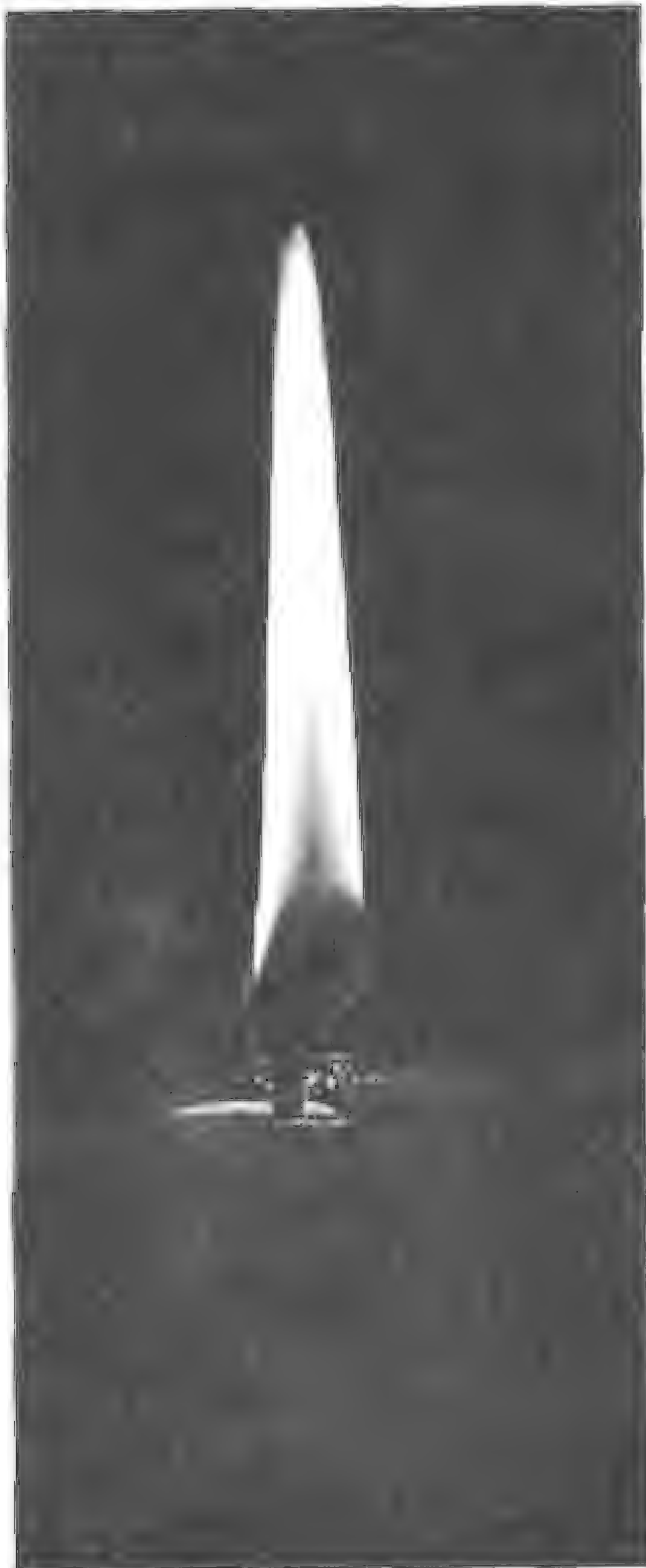
کمتر از هفت باشد.

محلول دی اکسید کربن در آب، محلول پودر

رختشویی، محلول جوهر لیمو، سرکه، آب آهک،

محلول خیلی رقیق سود.

گزارش مشاهده علمی يك دانشمند درباره شمع روشن



(۱) در شکل شمع روشنی نشان داده شده است.
 (۲) شمع استوانه‌ای شکل است. (۳) قطر آن در حدود ۲ سانتیمتر (۴) و طول آن در ابتدا در حدود ۱۶ سانتیمتر بوده است (۵) که در حین آزمایش تدریجاً از طول آن کم می‌شود. (۶) کم شدن طول شمع در حدود ۱/۵ سانتیمتر است.
 (۷) شمع از ماده جامد (۸) و سفید رنگ (۹) و نیمه شفاف ساخته شده (۱۰) که تقریباً بی بو (۱۱) و بی طعم است (۱۲) نرم است و به آسانی با ناخن خط بر می‌دارد (۱۳) دارای فتیله‌ای است (۱۴) که از سر تا انتهای آن ادامه دارد. (۱۵) این فتیله در مرکز شمع استوانه‌ای شکل قرار دارد. (۱۶) سر این فتیله در حدود یک سانتیمتر از نوک شمع (۱۷) و در حدود یک سانتیمتر از انتهای آن خارج شده است. (۱۸) فتیله از نخ سه‌لای به هم تابیده درست شده است. (۱۹) اگر شعله را به فتیله نوک شمع نزدیک کنیم روشن می‌شود و بادور کردن شعله، شمع همچنان روشن باقی می‌ماند. (۲۰) شمع می‌سوزد (۲۱) در موقع سوختن، بدنه شمع به جز ناحیه نزدیک شعله، در بقیه قسمت‌ها سرد است. (۲۲) شمع به فاصله تقریبی یک سانتیمتر از شعله گرم است،

(۲۳) نرم و شکل‌پذیر است. (۲۴) شعله شمع در جریان هوا می‌لرزد (۲۵) و در حین لرزش دوده تولید می‌کند (۲۶) اگر جریان هوا وجود نداشته باشد شعله آن مانند شکل بالا مستقیم

است ولی در عین حال دائماً حرکت جزئی دارد. (۲۷) شعله تقریباً از ۳ میلیمتری بالای شمع شروع می‌شود (۲۸) و در قسمت پایین آن آبی کم‌رنگ است (۲۹) شعله در قسمت پایین باریکتر است

ولی بلافاصله پهن تر می شود. (۳۰) در حدود ۱/۵ سانتی متر بالاتر، شعله تیره رنگ می شود. (۳۱) این قسمت تیره تقریباً مخروطی شکل است. (۳۲) در اطراف این قسمت تیره و تقریباً ۱/۵ سانتیمتر بالاتر، شعله زرد رنگ است. (۳۳) شعله درخشان است ولی خیره کننده نیست (۳۴) کناره های شعله تقریباً "مشخص است. (۳۵) ولی لبه بالایی آن مضرس و نامشخص است (۳۶) فتیله در قسمتی که از شمع خارج میشود سفید رنگ است (۳۷) ولی از جایی که شعله شروع میشود سوخته و سیاه رنگ است (۳۸) و فقط گاهی اوقات نوک آن قرمز و گداخته میباشد (۳۹) فتیله در انتها کمی تاب بر میدارد (۴۰) همراه با کوتاه شدن شمع، فتیله نیز کوتاهتر میشود به طوری که همیشه ارتفاع تقریباً ثابتی دارد. (۴۱) شعله شمع گرما تولید می کند (۴۲) اگر دست را چند ثانیه به فاصله یک سانتیمتر کنار شعله نگه داریم، می سوزد (۴۳) همچنین نگه داشتن دست به فاصله ۱۰ سانتیمتری بالای آن، بیش از چند ثانیه قابل تحمل نیست (۴۴) قسمت بالای شمع هنگامی که به آرامی می سوزد، مایع می شود. (۴۵) و به صورت گودال کوچکی در می آید. (۴۶) اگر به شعله بدمیم، یک طرف این گودال کوچک، ذوب می شود و مایع درون آن روی بدنه شمع سرازیر می شود. (۴۷) این مایع بی رنگ در حین سرازیر شدن به تدریج سرد می شود. (۴۸) و به ماده نیمه شفاف تبدیل می گردد (۴۹) که به تدریج از قسمت خارجی شروع به جامد شدن می کند (۵۰) و به سطح خارجی شمع می چسبد. (۵۱) اگر جریان هوا وجود نداشته باشد، ممکن است ساعتها، شمع بدون پیدایش اشک بسوزد. (۵۲) در این شرایط گودال کوچک پر از شمع مایع می شود (۵۳). این مایع به تدریج

از اطراف فتیله بالا می رود (۵۴) و بدنه فتیله را مرطوب می کند.

این مشاهده علمی از چند نظر قابل توجه است. گزارش مشاهده شخصی خود را از نظر خصوصیات زیر با این گزارش مقایسه کنید.

۱- در این گزارش به جنبه های کیفی توجه شده است. آیا شما نیز در گزارش خود به ظاهر شمع، بو، مزه و صدای سوختن آن توجه کرده اید؟ (توجه داشته باشید که یک شیمی دان، در مورد چشیدن مواد شیمیایی ناشناخته، خیلی احتیاط می کند. یک ماده شیمیایی در صورتی که مطمئن نباشیم سمی نیست، حتماً باید سمی تلقی شود).

۲- هر جا که امکان داشته است، گزارش جنبه کمی دارد. یعنی در تنظیم گزارش، در هر مورد از خود می پرسیم "چه مقدار؟" و اگر پاسخی داشت آن را می نویسیم. مثلاً اگر در مورد "شعله زرد رنگ است" بپرسیم "چه مقدار؟"، پاسخ آن است که "درخشان است ولی خیره کننده نیست". امتیاز تأکید بر جنبه های کمی گزارش آن است که کسی که آن را می خواند، داوری بهتری درباره مسائل مطرح شده می کند و بهتر از آن استفاده می نماید. مثلاً اگر فقط بگوییم "شعله شمع گرما تولید می کند" ممکن است کسی که می خواهد برای نخستین بار شمع را روشن کند، با خواندن این جمله فکر کند، حرارت تولید شده به قدری زیاد است که باید شمع را از فاصله ۱۰ متری روشن کرد. ولی گفتن این مطلب که "گرمای شمع از چه فاصله ای باعث سوزاندن دست می شود" او را از این همه احتیاط و ترس بی جا باز می دارد.

۳- یک مشاهده کننده دقیق که پدیده های را برای نخستین بار مشاهده می کند، هیچ گونه تفاوتی بین مشاهدات خود، از نظر میزان اهمیت، قائل

می‌شود. بی‌صدا سوختن شمع به همان اندازه مهم است که تولید شدن نور به وسیله آن. هر دو مطلب باید گزارش داده شوند. تحقیق بعدی میزان اهمیت هر یک را نشان خواهد داد.

۴- یک مشاهده کننده دقیق، به تفاوت میان مشاهده و استنباط شخصی توجه کامل دارد.

مثلاً اگر بگوییم "فتیله شمع با مایع بی‌رنگی مرطوب می‌شود"، جنبه مشاهده دارد ولی اگر بگوییم "این مایع در روی فتیله شمع تجزیه می‌شود و بعد می‌سوزد"، جنبه استنباط و تعبیر و تفسیر را به خود می‌گیرد.

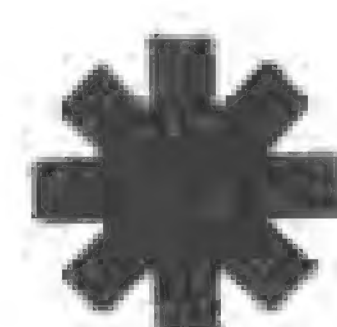
جدول علامات اختصاری و اوزان اتمی تقریبی عناصر به ترتیب اعداد اتمی

ردیف	نام عنصر	علامت عنصر	وزن اتمی	ردیف	نام عنصر	علامت عنصر	وزن اتمی
۱	هیدروژن	H	۱	۲۹	مس	Cu	۶۳/۵
۲	هلیوم	He	۴	۳۰	روی	Zn	۶۵
۳	لیتیم	Li	۷	۳۱	گالیم	Ga	۶۹/۵
۴	بریلیم	Be	۹	۳۲	ژرمانیم	Ge	۷۲/۵
۵	بر	B	۱۱	۳۳	ارسنیک	As	۷۵
۶	کربن	C	۱۲	۳۴	سلنیم	Se	۷۹
۷	نیتروژن	N	۱۴	۳۵	برم	Br	۸۰
۸	اکسیژن	O	۱۶	۳۶	کریپتون	Kr	۸۳/۵
۹	فلوئور	F	۱۹	۳۷	روبییدیم	Rb	۸۵/۵
۱۰	نئون	Ne	۲۰	۳۸	استرونسیم	Sr	۸۷/۵
۱۱	سدیم	Na	۲۳	۳۹	ایتربیم	Y	۸۹
۱۲	منیزیم	Mg	۲۴	۴۰	زیرکونیم	Zr	۹۱
۱۳	آلومینیم	Al	۲۷	۴۱	نیوبیم	Nb	۹۳
۱۴	سیلیسیم	Si	۲۸	۴۲	مولیبدن	Mo	۹۶
۱۵	فسفر	P	۳۱	۴۳	تکنسیم	Tc	۹۹*
۱۶	گوگرد	S	۳۲	۴۴	روتنیم	Ru	۱۰۱
۱۷	کلر	Cl	۳۵/۵	۴۵	رودیم	Rh	۱۰۳
۱۸	آرگن	Ar	۴۰	۴۶	پالادیم	Pd	۱۰۶/۵
۱۹	پتاسیم	K	۳۹	۴۷	نقره	Ag	۱۰۸
۲۰	کلسیم	Ca	۴۰	۴۸	کادمیم	Cd	۱۱۲/۵
۲۱	اسکاندیم	Sc	۴۵	۴۹	اندیم	In	۱۱۴/۵
۲۲	تیتانیم	Ti	۴۷	۵۰	قلع	Sn	۱۱۸/۵
۲۳	وانادیم	V	۵۱	۵۱	انتیموان	Sh	۱۲۱/۵
۲۴	کروم	Cr	۵۲	۵۲	تلور	Te	۱۲۷/۵
۲۵	منگنز	Mn	۵۵	۵۳	ید	I	۱۲۷
۲۶	آهن	Fe	۵۶	۵۴	گزنون	Xe	۱۳۱
۲۷	کبالت	Co	۵۹	۵۵	سزیم	Cs	۱۳۳
۲۸	نیکل	Ni	۵۸/۵	۵۶	باریم	Ba	۱۳۷

جدول علامات اختصاری و اوزان اتمی تقریبی عناصر به ترتیب اعداد اتمی

وزن اتمی	علامت عنصر	نام عنصر	عدد اتمی	وزن اتمی	علامت عنصر	نام عنصر	عدد اتمی
۲۰۴	Tl	تالیم	۸۱	۱۳۹	La	لانتانم	۵۷
۲۰۷	Pb	سرب	۸۲	۱۴۰	Ce	سرمیم	۵۸
۲۰۹	Bi	بیسموت	۸۳	۱۴۱	Pr	پراسئودیمیم	۵۹
۲۱۰	Po	پولولیم	۸۴	۱۴۲	Nd	نتودیمیم	۶۰
۲۱۰*	At	استاتین	۸۵	۱۴۷	Pm	پرومتیم	۶۱
۲۲۲*	Rn	رادون	۸۶	۱۵۰/۵	Sm	ساماریم	۶۲
۲۲۳*	Fr	فرانسیم	۸۷	۱۵۲	Eu	اروپیم	۶۳
۲۲۶*	Ra	رادیوم	۸۸	۱۵۷	Gd	گادولینیم	۶۴
۲۲۷*	Ac	آکتینیم	۸۹	۱۵۹	Tb	تریم	۶۵
۲۳۲	Th	توریم	۹۰	۱۶۲/۵	Dy	دیسپرونیوم	۶۶
۲۳۱*	Pa	پروتاکتینیم	۹۱	۱۶۵	Ho	هولمیم	۶۷
۲۳۸	U	اورانیم	۹۲	۱۶۷	Er	اریم	۶۸
۲۳۷*	Np	نپتونیم	۹۳	۱۶۹	Tm	تولیم	۶۹
۲۴۲*	Pu	پلوتونیم	۹۴	۱۷۳	Yb	ایتربیم	۷۰
۲۴۳*	Am	امریسیم	۹۵	۱۷۵	Lu	لوتسیم	۷۱
۲۴۷*	Cm	کوریم	۹۶	۱۷۸/۵	Hf	هافنیم	۷۲
۲۴۹*	Bk	برکلیم	۹۷	۱۸۱	Ta	تانتال	۷۳
۲۵۱*	Cf	کالیفورنیم	۹۸	۱۸۴	W	تنگستن	۷۴
۲۵۲*	Es	اینشتینیم	۹۹	۱۸۶	Re	رنیم	۷۵
۲۵۳*	Fm	فرمیم	۱۰۰	۱۹۰	Os	اسمیم	۷۶
۲۵۶*	Md	مندلوویم	۱۰۱	۱۹۲	Ir	ایریدیم	۷۷
۲۵۲*	No	نوبلیم	۱۰۲	۱۹۵	Pt	پلاتین	۷۸
۲۵۷*	Lw	لاورانسیم	۱۰۳	۱۹۷	Au	طلا	۷۹
۲۶۴*	Ku	کوریچاتوویم	۱۰۴	۲۰۰/۵	Hg	جیوه	۸۰

اوزان اتمی عناصری که به علامت * مشخص شده مربوط به فراوانترین یا پایدارترین ایزوتوپهای آن عنصر است .



سازمان بهر امور و بهر امور
مستشاران و بهر امور
نظامی و بهر امور
وزارت امور و بهر امور